

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004)

PCT

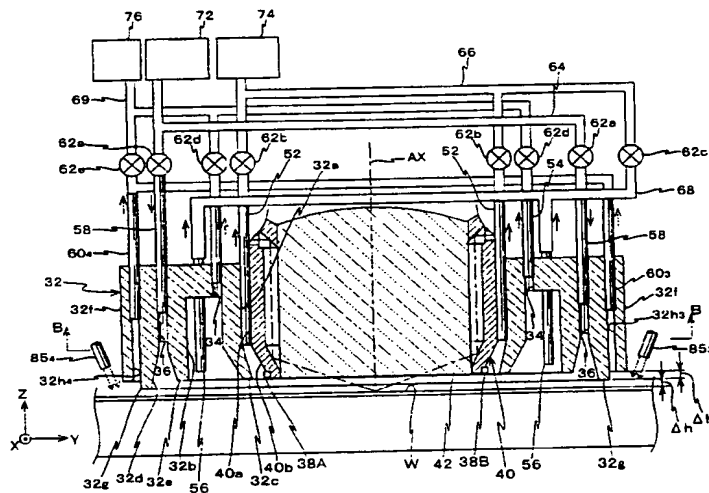
(10) 国際公開番号  
WO 2004/053955 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/027, G03F 7/20 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015675 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 蛭川 茂 (HIRUKAWA, Shigeru) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 馬込 伸貴 (MAGOME, Nobutaka) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 田中 一政 (TANAKA, Issey) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 8 日 (08.12.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願 2002-358556 2002 年 12 月 10 日 (10.12.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). (74) 代理人: 立石 篤司 (TATEISHI, Atsuji); 〒194-0013 東京都町田市原町田 5 丁目 4 番 2 0 号 パセオビル 5 階 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE SYSTEM AND DEVICE PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置及びデバイス製造方法



(57) Abstract: Liquid is supplied by a supply mechanism (72) to between a lens (42) and a wafer (W) on a stage via a supply port (36) on one side of the lens (42), and the liquid is recovered by the recovering mechanism (74) via a recovery tube (52) on the other side of the lens (42). When the supply and the recovery of the liquid are carried out concurrently, a liquid (always recirculating) of a specified amount is retained between the lens (42) and the substrate (W) on the stage. Therefore when an exposure is made (pattern transfer onto the substrate) with this condition kept, an immersion method is applicable to allow a pattern to be transferred on the substrate with a good accuracy. When the liquid leaks out from under the lower end (32g) a peripheral wall, the liquid not recovered is recovered by an auxiliary recovering mechanism (76) via a slit (32h<sub>3</sub> or 32h<sub>4</sub>). Accordingly, no liquid will remain on the substrate.

(57) 要約: 供給機構 (72) にレンズ (42) の一侧の供給口 (36) を介してレンズ (42) とステージ上のウエハ (W) との間に液体が供給され、レンズ (42) の他側の回収管 (52) を介して回収機構 (74) によりその液体が回収される。この液体の供給と回収とが並行して行われるとき、レンズ (42) とステージ上の基板 (W) との間に

[続葉有]

WO 2004/053955 A1



DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

は、所定量の液体（常時入れ替わっている）が保持される。従って、この状態で露光（パターンの基板上への転写）を行うことにより、液浸法が適用されて精度良く基板上にパターンが転写される。また、周壁の下端（32 g）の下方から液体が漏出した場合に、スリット（32 h<sub>3</sub>又は32 h<sub>4</sub>）を介して補助回収機構（76）によりその回収できなかった液体が回収される。これにより、基板上に液体が残留することがなくなる。

## 明 細 書

## 露光装置及びデバイス製造方法

## 技術分野

本発明は、露光装置及びデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等の電子デバイスの製造におけるリソグラフィ工程で用いられる露光装置及び該露光装置を用いたデバイス製造方法に関する。

## 背景技術

半導体素子（集積回路）、液晶表示素子等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンの像を投影光学系を介して、レジスト（感光剤）が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光性の基板（以下、「基板」又は「ウエハ」と呼ぶ）上の各ショット領域に転写する投影露光装置が使用されている。この種の投影露光装置としては、従来、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）が多用されていたが、最近ではレチクルとウエハとを同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ）も注目されている。

投影露光装置が備える投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数（NA）が大きいほど高くなる。そのため、集積回路の微細化に伴い投影露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大してきている。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されている。

また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度（DOF）も重要となる。

解像度  $R$ 、及び焦点深度  $\delta$  はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots\dots (1)$$

$$\delta = k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 $\lambda$  は露光波長、 $NA$  は投影光学系の開口数、 $k_1$ 、 $k_2$  はプロセス係数である。(1) 式、(2) 式より、解像度  $R$  を高めるために、露光波長  $\lambda$  を短くして、開口数  $NA$  を大きく (大  $NA$  化) すると、焦点深度  $\delta$  が狭くなることが分かる。投影露光装置では、オートフォーカス方式でウエハの表面を投影光学系の像面に合わせ込んで露光を行っているが、そのためには焦点深度  $\delta$  はある程度広いことが望ましい。そこで、従来においても位相シフトレチクル法、変形照明法、多層レジスト法など、実質的に焦点深度を広くする提案がなされている。

上記の如く従来の投影露光装置では、露光光の短波長化及び投影光学系の大  $NA$  化によって、焦点深度が狭くなってきている。そして、集積回路の一層の高集積化に対応するために、露光波長は将来的に更に短波長化することが確実視されており、このままでは焦点深度が狭くなり過ぎて、露光動作時のマージンが不足するおそれがある。

そこで、実質的に露光波長を短くして、かつ空気中に比べて焦点深度を大きく (広く) する方法として、液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面とウエハ表面との間を水又は有機溶媒等の液体で満たし、液体中の露光光の波長が、空気中の  $1/n$  倍 ( $n$  は液体の屈折率で通常  $1.2 \sim 1.6$  程度) になることを利用して解像度を向上する。また、この液浸法は、その解像度と同一の解像度が液浸法によらず得られる投影光学系 (このような投影光学系の製造が可能であるとして) に比べて焦点深度を実質的に  $n$  倍に拡大する、すなわち空気中に比べて焦点深度を  $n$  倍に拡大するものである (例えば、国際公開第  $99/49504$  号パンフレット等参照)。

上記の国際公開第  $99/49504$  号パンフレットに記載の投影露光方法及

び装置（以下、「従来技術」と呼ぶ）によると、液浸法による高解像度かつ空気中と比べて焦点深度が大きくなった露光を行うことができるとともに、投影光学系とウエハとが相対移動しても、投影光学系と基板との間に液体を安定に満たしておくこと、すなわち保持することができる。

しかしながら、従来技術では、完全に液体を回収するのが困難であり、露光後、ウエハ上に液浸に用いた液体が残る蓋然性が高かった。このような場合、残った液体が蒸発する際の気化熱によって雰囲気中に温度分布が生じ、あるいは雰囲気の屈折率変化が生じ、これらの現象が、そのウエハが載置されたステージの位置を計測するレーザ干渉計の計測誤差の要因となるおそれがあった。また、ウエハ上に残留した液体がウエハの裏側に回り込み、ウエハが搬送アームに密着して離れにくくなったりするおそれもあった。また、液体の回収動作に伴ってその液体周辺の雰囲気中の気体（空気）の流れが乱れ、これによって雰囲気に温度変化や屈折率変化が生じるおそれもあった。

また、従来技術では、ウエハ上のエッジショットを露光する際など、投影光学系の投影領域がウエハ上のエッジ付近に存在する場合に、前述の液体がウエハの外側に漏れ出してしまい、パターンの投影像がウエハ上で良好に結像しないおそれがあった。また、ウエハが投影光学系の下方に存在しない場合には、前述の液体の保持が困難であることから、ウエハの交換後にその交換後のウエハに対して露光を開始する場合には、ウエハを投影光学系の下方に移動してから液体が投影光学系とウエハとの間に供給されるのを待つ必要があった。

また、投影光学系の周囲には、フォーカスセンサやアライメントセンサなどの各種センサなどの周辺機器を配置する必要があるが、従来技術では、投影光学系の外部に供給用配管、回収用配管などが配置されているため、上記周辺機器の配置の自由度が制限されていた。

また、従来技術では、供給される液体中に気泡が混入していたり、気泡が液体中に発生したりし、しかもこれらの気泡が投影光学系と基板との間に入り、

露光光の透過率が部分的に低下して露光ムラが発生するおそれがあったばかりでなく、パターンの投影像の結像不良を招く可能性もあった。

更に、投影光学系と基板との間の液体に露光光が照射されることによって、その液体の温度変化（屈折率変化）が生じ、パターンの結像性能を低下させるおそれがある。また、投影光学系と基板との間の液体の圧力によって、投影光学系やウエハを保持するウエハステージが振動したり、傾いたりして、ウエハ上へのパターンの転写精度を悪化させる虞がある。さらに、パターンの投影領域内で投影光学系に対して液体が流れるとその流れの方向に関する温度傾斜や、圧力傾斜が発生する可能性があり、これらが投影光学系の像面傾斜などの収差の要因となったり、パターンの転写精度の部分的な低下、ひいてはパターンの転写像の線幅均一性の悪化要因となったりするおそれもあった。

このように、上記従来例には、数々の改善すべき点が散見される。

#### 発明の開示

本発明は、上述したような事情の下になされたもので、第1の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；前記回収機構で回収できなかった前記液体を回収する補助回収機構と；を備える第1の露光装置である。

これによれば、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間に液体が供給され、回収機構によりその液体が回収される。この場合、投影光学系（の先端部）と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が保持される（満たされる）こととなる。従って、この状態で露光（パターンの基板上への転写）を行うことにより、液浸法が適用されて、基板表面における露光光の

波長を空気中における波長の  $1/n$  倍（ $n$  は液体の屈折率）に短波長化でき、更に焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍に広がる。また、供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とが並行して行われるときには、投影光学系と基板との間の液体は、常時入れ替えられているので、基板上に異物が付着している場合には、その異物が液体の流れにより除去される。これにより、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。また、例えば回収機構によって液体を完全には回収できない事態が生じた場合、補助回収機構によりその回収できなかった液体が回収される。これにより、基板上に液体が残留することがなく、その液体の残留（残存）に起因する前述の種々の不都合の発生を回避することができる。従って、本発明の露光装置によると、基板上にパターンを精度良く転写することができるとともに、基板上への液体の残留を防止することができる。なお、本発明の露光装置では、供給機構による液体供給と回収機構による液体回収とを必ずしも同時に行う必要はない。

この場合において、前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートを更に備えることとすることができる。かかる場合には、投影光学系と基板との間に局所的に液体を保持した状態で、投影光学系が基板から外れる位置に基板ステージが移動した場合でも、投影光学系とプレートとの間に液体を保持することができるので、その液体の流出を防止することが可能となる。

本発明の第 1 の露光装置では、前記補助回収機構は、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で残留液体を回収することとすることができるし、あるいは、前記補助回収機構は、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の前方で残留液体を回収することとすることもできる。

本発明の第 1 の露光装置では、前記補助回収機構は、流体を吸引する吸引機構を含むこととすることができる。

この場合において、前記吸引機構による吸引によって生じる前記液体周囲の環境変化を抑制する給気機構を更に備えることとすることができる。

本発明は、第2の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間を局所的に液体で満たすために、その液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；

前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートと；を備える第2の露光装置である。

これによれば、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間に液体が供給され、回収機構によりその液体が回収される。露光中に、供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とを行う必要は必ずしもないが、少なくとも露光中には、投影光学系と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が局所的に保持されることとなる。従って、液浸法によって、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。そして、例えば基板の周辺部を露光する際、あるいは露光終了後に基板ステージ上の基板を交換する際などに、投影光学系と基板との間に液体を保持した状態で、投影光学系の投影領域が基板から外れる位置に基板ステージが移動した場合でも、投影光学系とプレートとの間に液体を保持することができ、その液体の流出を防止することが可能となる。また、例えば基板の交換中に、投影光学系とプレートとの間に液体を保持することができるので、液体の供給のための時間を経ることなく、その基板の露光を開始することが可能となる。従って、本発明の露光装置によれば、基板上にパターンを精度良く転写することができるとともに、特に基板の交換後に液体の供給時間が不要となる分スループットの向上が可能となる。



この場合において、前記プレートと前記基板との隙間は3 mm以下に設定されていることとすることができる。かかる場合には、基板が投影光学系の下方にある状態から基板が投影光学系から外れる位置に基板ステージが移動する場合など投影光学系の像面側の液浸部分が基板とプレートとの境界にあっても、基板とプレートとの間の隙間に液体が流出するのが、その液体の表面張力により防止される。

本発明の第2の露光装置では、前記基板ステージの位置を計測する干渉計と；前記投影光学系と前記基板との間の前記液体周辺の空調を行う空調機構と；を更に備えることとすることができる。

本発明の第2の露光装置では、前記供給機構による液体の供給は、前記プレート上で開始されることとすることができる。

本発明は、第3の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記基板ステージの位置を計測する干渉計と；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；前記投影光学系と前記基板との間の前記液体周辺の空調を行う空調機構と；を備える第3の露光装置である。

これによれば、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間に液体が供給され、回収機構によりその液体が回収される。この場合、露光中に供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とを行う必要は必ずしもないが、少なくとも露光中には、投影光学系と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が局所的に保持されることとなる。従って、液浸法によって、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。また、空調機構によって液体周辺の空調が行われているので、回収機構による液体の回収の際に、液体周囲の雰囲気中の気体の流れが乱れるのが防止され、これによ

りその気体の流れの乱れ（これによって生じる気体の温度揺らぎ、屈折率変化などを含む）に起因する干渉計の計測誤差の発生が防止され、基板ステージの位置を精度良く計測することが可能となる。従って、本発明の露光装置によれば、基板上にパターンを精度良く転写することができる。

この場合において、前記空調機構は、流体を吸引する吸引機構を含むこととすることができる。

この場合において、前記吸引機構は、前記回収機構で回収しきれなかった前記液体を回収する役割をも果たすこととすることができる。かかる場合には、例えば回収機構によって液体を完全には回収できない事態が生じた場合に、吸引機構によりその回収できなかった液体が回収される。これにより、基板上に液体が残留することがなく、その液体の残留（残存）に起因する前述した種々の不都合の発生を防止することができる。

本発明の第3の露光装置では、前記空調機構は、露光装置が収容されるチャンバ内の空調とは独立して、前記液体周辺の空調を局所的に行うこととすることもできる。

本発明の第1～第3の露光装置のそれぞれでは、前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡（液体中の気泡）の回収の少なくとも一つの動作が行われることとすることができる。

本発明は、第4の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；を備え、前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子に

は、露光に使用しない部分に孔が形成され、前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡（液体中の気泡）の回収の少なくとも一つの動作が行われることを特徴とする第4の露光装置である。

これによれば、投影光学系を構成する最も基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、その孔を介して、供給機構による液体の供給、又は回収機構による液体の回収あるいは液体中の気泡の回収動作が行われる。このため、供給機構と回収機構とを投影光学系の外部に配置する場合に比べて、省スペース化が可能となる。また、この場合も、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間に液体が供給され、回収機構によりその液体が回収される。この場合、露光中に供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とを行う必要は必ずしもないが、少なくとも露光中には、投影光学系と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が保持されることとなる。従って、液浸法によって、高解像度でかつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。従って、本発明の露光装置によれば、基板上に精度良くパターンを転写することができるとともに、投影光学系の周囲の構成各部の配置の自由度が向上する。

本発明の第1～第4の露光装置の各々では、前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作をともに停止する制御装置を更に備えることとすることができる。

本発明は、第5の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；を備え、前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作がともに停止されることを特徴とする第5の露光装置である。

これによれば、基板ステージが停止しているときは、供給機構による液体の供給動作及び回収機構による液体の回収動作がともに停止される。この場合、例えば投影光学系と基板との間の距離（ワーキングディスタンス）が狭い高解像度の投影光学系（開口数が大きい投影光学系）を用いる場合、その投影光学系と基板との間に液体がその表面張力により保持される。基板ステージの停止中は、液体を入れ替える必要性が低い場合も多いので、常時（基板ステージの移動中のみならず、基板ステージの停止中にも）供給機構による液体の供給動作及び回収機構による液体の回収動作が並行して行われる場合に比べて、液体の使用量を減らすことができる。この場合も、少なくとも露光中には、投影光学系と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が保持されることとなる。従って、液浸法によって、高解像度でかつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。従って、本発明の露光装置によれば、基板上に精度良くパターンを転写することができるとともに、液体の使用量を低減させることが可能となる。液体として高価な液体を使用する場合に特に好適である。

本発明の第1～第5の露光装置の各々では、前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することとすることができるし、あるいは前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することとすることもできる。

本発明の第1～第5の露光装置の各々では、前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備えることとすることができる。

この場合において、前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも1つの供給口から前記液体の供給を行うこととすることができる。

本発明は、第6の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上の複数の区画領域にそれぞれ転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁と；前記周壁の内部に前記基板の移動方向の後方側から液体を供給する少なくとも1つの供給機構と；を備える第6の露光装置である。

これによれば、基板の移動時、すなわち基板を保持した基板ステージの移動時に、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間を含む周壁の内部に基板の移動方向の後方側から液体が供給され、基板を移動させる際に投影光学系と基板との間に液体が満たされる。この場合、基板上の所定の区画領域が投影光学系の下方に移動する際には、その区画領域上方には投影光学系の下方に到達する前に確実に液体が供給される。すなわち、基板を所定方向に移動させる際に、投影光学系と基板の表面との間は液体により満たされる。従って、その区画領域を露光対象領域として露光（パターンの基板上への転写）を行うことにより、前述の液浸法が適用されて、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。これにより、パターンを基板上の複数の区画領域それぞれに精度良く転写することができる。

この場合において、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の前方で液体を回収する回収機構を更に備えることとすることができる。かかる場合には、供給機構により基板の移動方向の後方側から周壁の内部に液体が供給され、投影光学系に関して基板の移動方向の前方でその液体が回収機構により回収される。この場合、供給された液体は、基板の移動方向に沿って投影光学系と基板との間を流れる。そのため、基板上に異物が付着している場合には、その異物が液体の流れにより除去される。

本発明の第 6 の露光装置では、前記供給機構は、露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域の周囲に複数の供給口を有し、前記液体の供給に用いる供給口を前記基板の移動方向に応じて切り換えることとすることができる。

本発明の第 6 の露光装置では、前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備えることとすることができる。

この場合において、前記供給機構は、前記照射領域に関して前記走査方向の一側と他側とにそれぞれ設けられ、前記液体の供給に用いる供給機構が、前記基板ステージの走査方向に応じて切り換えられることとすることができる。

本発明の第 6 の露光装置では、前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記液体の供給を行うこととすることができる。

本発明の第 6 の露光装置では、前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートを更に備えることとすることができる。

本発明の第 1 ～第 6 の露光装置の各々では、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備えることとすることができる。

本発明の第 1 ～第 6 の露光装置の各々では、前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備えることとすることができる。

本発明は、第 7 の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、前

記基板が載置され、該基板を保持して２次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；を備え、前記供給機構による液体の供給及び前記回収機構による液体の回収が、前記基板上の各区画領域に対する露光動作と同期して行われることを特徴とする第７の露光装置である。

これによれば、供給機構による液体の供給及び回収機構による液体の回収が、基板上の各区画領域に対する露光動作と同期して行われるので、基板上の露光対象の区画領域に対して走査露光方式でパターンを転写する際に、その区画領域が投影光学系を介したエネルギービームの照射領域を通過する間は、投影光学系と基板との間に所定量の液体（常時入れ替えられる）を満たすことができ、液浸法によって、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。この一方、露光対象の区画領域がエネルギービームの照射領域を通過する間、あるいはこれに加えて通過後の僅かの間以外は、液が基板上に存在しない状態とすることができる。すなわち、基板上の複数の区画領域を順次露光する際に、区画領域の露光の都度、投影光学系と基板との間に液体の供給とその液体の全回収とが繰り返し行われるので、基板上に液体が存在している時間を短くでき、基板上の感光剤（レジスト）の成分劣化を抑制することができ、基板周囲の雰囲気環境悪化も抑制できる。また前の区画領域の露光中に露光光の照射によって暖められた液体が、次の区画領域の露光に影響することもない。

この場合において、前記各区画領域の露光の度に、前記供給機構による前記液体の供給、及び前記回収機構による前記液体の全回収が行われることとすることができる。

この場合において、前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の前端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域内に入る前のいずれかの時点で、前記供給機構による前記液体の供給が開始

されることがとすることができる。

この場合において、前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写と前の区画領域に対するパターンの転写との間の前記基板ステージの区画領域間移動動作の終了後に前記供給機構による前記液体の供給が開始されることがとすることができるし、あるいは請求項 36 に記載の露光装置の如く、前記露光対象の区画領域の前端が供給位置に到達した時点で前記供給機構による前記液体の供給が開始されることがとすることもできる。

本発明の第 7 の露光装置では、前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の後端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域から出た時点で、前記供給機構による前記液体の供給が停止されることがとすることができる。

この場合において、前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写後、次の区画領域に対するパターンの転写に先立って行われる前記基板ステージの区画領域間移動動作の開始前に前記回収機構による前記液体の回収が完了することとすることができる。

本発明の第 7 の露光装置では、前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の後端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域から完全に出る前の時点で、前記供給機構による前記液体の供給が停止されることがとすることができる。

この場合において、前記露光対象の区画領域の後端が供給位置に到達した時点で前記供給機構による前記液体の供給が停止されることがとすることができる。また、前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写後、次の区画領域に対するパターンの転写に先立って行われる前記基板ステージの区画領域間移動動作の開始前に前記回収機構による前記液体の回収が完了することとすることができる。



できる。

本発明の第5、第7の露光装置の各々では、前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁を更に備え、前記供給機構は、前記投影光学系の前記基板側端部が臨む前記周壁の内部に前記液体を供給することとすることができる。

本発明は、第8の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁と；前記周壁の内部に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；を備える第8の露光装置である。

これによれば、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間を含む周壁の内部に液体が供給され、その液体が回収機構より回収される。従って、供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とが並行して行われるとき、投影光学系と基板との間を含む、周壁の内部には所定量の液体（常時入れ替わっている）が保持される。従って、基板上の区画領域を露光対象領域として露光（パターンの基板上への転写）を行う際に、上記の液体の供給と回収とを並行して行うことにより、前述の液浸法が適用されて、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。また、この場合、投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁を備えているので、そのクリアランスを小さく設定することにより、液体と外気との接触面積が極めて狭く設定され、液体の表面張力によりそのクリアランスを介した液

体の周壁外への漏出が防止される。このため、例えば露光終了後に液浸に用いた液体の回収を確実に行うことが可能となる。従って、本発明の露光装置によれば、パターンを基板上の複数の区画領域それぞれに精度良く転写することができるとともに、基板上に液体が残留することに起因する各種の悪影響を回避することが可能となる。

この場合において、前記周壁の内側が負圧状態とされていることとすることができる。かかる場合には、液体の自重に起因する液体の周壁外部への漏出をより確実に防ぐことが可能になる。

本発明の第 8 の露光装置では、前記基板を保持する前記基板ステージの移動中は、前記供給機構による前記液体の供給及び前記回収機構による液体の回収が行われることとすることができる。

本発明の第 8 の露光装置では、前記基板を保持する前記基板ステージの停止中は、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作は行われず、前記周壁の内部に液体が保持された状態が維持されることとすることができる。

本発明の第 8 の露光装置では、前記所定のクリアランスは、3 mm 以下に設定されていることとすることができる。

本発明は、第 9 の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージと；前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の位置に応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に走査方向に沿って液体を供給する供給機構と；を備える第 9 の露光装置である。

例えば、露光対象の区画領域の基板上の位置に応じてその露光対象の区画領域の少なくとも非走査方向のサイズが異なる場合、供給機構により、露光対象の区画領域の基板上の位置に応じて供給口を選択することは、結果的に、露光対象の区画領域の非走査方向のサイズに応じて供給口を選択することと等価である。従って、本発明によれば、露光対象の区画領域の非走査方向の範囲に対応する供給口を選択することが可能となり、区画領域外に液体を流すことなく、基板上の露光対象の区画領域と投影光学系との間に走査方向に沿って液体を供給しつつ、液浸法を利用した走査露光を行うことによって、その露光対象の区画領域にパターンを精度良く転写することが可能となる。この場合、基板上の一部の区画領域の非走査方向のサイズが残りの区画領域の非走査方向のサイズと異なっても良いし、基板の周辺部には欠け区画領域が存在する場合には、残りの全ての区画領域の非走査方向のサイズが同一であっても良い。

この場合において、前記供給機構は、前記露光対象の区画領域が基板上の周辺部の区画領域である場合、前記非走査方向に関して離間した複数の供給口のうちの一部の供給口のみから前記液体を供給することとすることができる。

本発明は、第10の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の前記非走査方向の寸法に応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも1つの供給口から前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に走査方向に沿って液体を供給する供給機構と；を備える第10の露光装置である。

これによれば、供給機構により、露光対象の区画領域の非走査方向のサイズに応じて、その区画領域の非走査方向の範囲に対応する供給口を選択すること

が可能となり、区画領域外に液体を流すことなく、基板上の露光対象の区画領域と投影光学系との間に走査方向に沿って液体を供給しつつ、液浸法を利用した走査露光を行うことによって、その露光対象の区画領域にパターンを精度良く転写することが可能となる。この場合、基板上の一部の区画領域の非走査方向のサイズが残りの区画領域の非走査方向のサイズと異なっても良いし、全ての区画領域の非走査方向のサイズが同一であっても良い。また、基板周辺の区画領域を走査露光するときに非走査方向のサイズが徐々に変化する場合もあるが、この場合も、そのサイズの変化に応じて供給口を選択すれば良い。

本発明の第 9、第 10 の露光装置の各々では、前記投影光学系に関し前記走査方向に沿って流れる液体の上流側で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備えることとすることができる。

本発明の第 9、第 10 の露光装置の各々では、前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記液体を供給することとすることができる。

本発明は、第 11 の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージと；前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体を供給する供給機構と；前記液体の流れの前記投影光学系に対する上流側で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構と；を備える第 11 の露光装置である。

これによれば、基板ステージ上の基板と投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体が存在する状態で、露光（基板上へのパターンの転写）が行われると、液浸法が適用されて、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。ここで、液体中の気泡は、その液体の流れの投影光学系に対する上流側で気泡回収機構によって回収される。すなわち、液体中の気泡は、投影光学系と基板との間のエネルギービーム（露光ビーム）の光路に到達

することなく、気泡回収機構によって回収される。このため、気泡が投影光学系と基板との間に入り込むことに起因するエネルギービーム（露光光）の部分的な透過率の低下、や投影像の劣化などを防止することができる。

この場合において、前記気泡回収機構は、前記液体（回収した液体）とともに気泡を排出することとすることができる。

本発明の第 11 の露光装置では、前記気泡回収機構は、複数設けられ、前記気泡の回収に用いられる気泡回収機構が、前記基板の移動方向に応じて切り換えられることとすることができる。かかる場合には、基板がいずれの方向に移動する場合であっても、その移動中に気泡が投影光学系と基板との間に入り込むのを防止することができる。

本発明の第 9 ～ 第 11 の露光装置の各々では、前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備えることとすることができる。

本発明は、第 12 の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージと；前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体を供給する供給機構と；前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報に基づいて露光条件の調整を行う調整装置と；を備える第 12 の露光装置である。

これによれば、供給機構により、基板ステージ上の基板と投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体が供給される。この状態で、露光（基板上へのパターンの転写）を行うと、液浸法が適用されて、高解像度かつ空气中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。この場合、調整装置により、投影光学系と基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整が行なわれている。このため、前述の液浸用の液体

の温度分布に伴う露光精度の悪化要因、例えばパターンの投影領域（パターン及び投影光学系を介してエネルギービームが照射される基板上の領域）内の収差（例えばフォーカス）の分布、すなわち像面形状の変化などを考慮した露光条件の適切な調整が可能となる。従って、本発明の露光装置によれば、パターンを基板上に精度良く転写することが可能となる。

この場合において、前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系と；前記投影光学系の前記走査方向の一側と他側に少なくとも各１つ配置された少なくとも２つの温度センサと；を更に備えることとすることができる。

この場合において、前記一側と他側にそれぞれ配置された少なくとも２つの前記温度センサの検出結果に基づいて、前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の領域を前記液体が通過する間に生じるその液体の温度変化を予測する予測装置を更に備えることとすることができる。

本発明の第１２の露光装置では、前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備え、前記調整装置は、前記投影光学系と前記基板との間の液体の走査方向の温度分布を考慮して、露光条件を調整することとすることができる。

この場合において、前記調整装置は、前記走査方向の温度分布によって生じる像面傾斜を考慮して、像面と基板表面との位置関係を調整することとすることができる。

この場合において、前記調整装置は、前記走査方向の温度分布によって生じる走査方向の像面傾斜に合わせて前記基板を傾斜させるとともに、その傾斜方向に前記基板を走査することとすることができる。

本発明の第１１、第１２の露光装置の各々では、前記供給機構は、基板の移動方向に沿って前記液体を流すこととすることができる。

この場合において、前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方から前記液体を流すこととすることができる。

本発明の第１２の露光装置では、前記温度情報は、実測値及び予測値の少なくとも一方を含むこととすることができる。

本発明の第１２の露光装置では、前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度を検出可能な温度センサを更に備え、該温度センサの検出結果に基づいて前記露光条件の調整を行うこととすることができる。

本発明の第１２の露光装置では、前記温度情報に基づいて、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面との位置関係を調整するためのフォーカス制御が行われることとすることができる。

本発明は、第１３の観点からすると、投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で、所定のパターンを前記投影光学系を介して前記基板上に転写する露光装置であって、多重露光を行う場合には、第１パターンを前記基板上の区画領域に転写した後、前記投影光学系と基板との間に前記液体を保持したまま、第２パターンを前記基板上の前記区画領域に転写することを特徴とする第１３の露光装置である。

これによれば、多重露光を行う場合に、投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で第１パターンが基板上の区画領域に転写された後、投影光学系と基板との間に液体を保持したまま、第２パターンが基板上の前記区画領域に転写される。このため、液浸法を利用した多重露光が適用され、高解像度かつ実質的に焦点深度を大きくした高精度な露光が行われる。この場合、第２パターンの転写が開始される時点では、投影光学系と基板との間に液体が保持されているので、その第２パターンの転写を液体の供給を待つことなく開始することが可能である。

本発明は、第 14 の観点からすると、投影光学系を介してパターンの像を基板上に投影することによって前記基板を露光する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元平面内で移動する基板ステージと；前記基板ステージ上の基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む空間領域に液体を供給する供給機構と；前記投影光学系と前記基板との間の圧力情報に基づいて露光条件の調整を行う調整装置と；を備える第 14 の露光装置である。

これによれば、供給機構により、基板ステージ上の基板と投影光学系との間に液体が供給される。この状態で、基板の露光（基板上へのパターンの転写）を行うと、液浸法が適用されて、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。この場合、調整装置により、投影光学系と基板との間の圧力情報に基づいて露光条件の調整が行われている。このため、前述の液体の流れに起因する投影光学系と基板との間の圧力分布に伴う露光精度の悪化要因、例えばパターンの投影領域（パターン及び投影光学系を介してエネルギービームが照射される基板上の領域）内の収差（例えばフォーカス）の変化、像面形状の変化や基板表面の面位置制御誤差などを考慮した露光条件の適切な調整が可能となる。ここで、投影光学系と基板との間の圧力分布は、圧力センサなどを用いて直接計測した実測値であることとしても良いし、予め実験などで求めた情報に基づく推測値であることとしても良い。いずれにしても、本発明の露光装置によれば、パターンを基板上に精度良く転写することが可能となる。

この場合において、前記基板は所定の走査方向に移動しながら露光され、前記投影光学系と前記基板との間の液体は前記走査方向と平行に流れ、前記調整装置は、前記走査方向の圧力分布に基づいて露光条件の調整を行うこととすることができる。

本発明の第 14 の露光装置では、前記基板は、前記液体の流れる方向と同じ方向に移動しながら露光されることとすることができる。

本発明の第 14 の露光装置では、前記調整装置は、前記基板の走査速度に応



じた露光条件の調整情報に基づいて露光条件の調整を行うこととすることができる。

本発明の第14の露光装置では、前記調整装置は、前記供給機構による液体の供給量に応じた露光条件の調整情報に基づいて露光条件の調整を行うこととすることができる。

本発明は、第15の観点からすると、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；前記液体を回収する回収機構と；前記回収機構で回収できなかった前記基板上の液体を除去する液体除去機構と；を備える第15の露光装置である。

これによれば、供給機構により投影光学系と基板ステージ上の基板との間に液体が供給され、回収機構によりその液体が回収される。この場合、投影光学系（の先端部）と基板ステージ上の基板との間には、所定量の液体が保持される（満たされる）こととなる。従って、この状態で露光（パターンの基板上への転写）を行うことにより、液浸法が適用されて、基板表面における露光光の波長を空気中における波長の $1/n$ 倍（ $n$ は液体の屈折率）に短波長化でき、更に焦点深度は空気中に比べて約 $n$ 倍に広がる。また、供給機構による液体の供給と回収機構による液体の回収とが並行して行われるときには、投影光学系と基板との間の液体は、常時入れ替えられる。また、例えば回収機構によって液体を完全には回収できない事態が生じた場合、液体除去機構によりその回収できなかった液体が除去される。

本発明は、第16の観点からすると、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して前記基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して２次元面内で移動する基板ステージと；前記投影光学系の像面側に液体を供給する供給機構と；前記投影光学系の投影領域の外側で前記液体を回収する第１回収機構と；前記投影領域に対して前記第１回収機構よりも外側で前記液体を回収する第２回収機構と；を備える第１６の露光装置である。

ここで、投影光学系の投影領域とは、投影光学系による投影対象、例えばパターン像、の投影領域を指す。

これによれば、供給機構により投影光学系の像面側に液体が供給され、第１回収機構によりその液体が回収される。この場合、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持した状態で、エネルギービームによりパターンが照明され、そのパターンが投影光学系と液体とを介して基板上に転写される。すなわち、液浸露光が行われる。従って、基板表面における露光光の波長を空気中における波長の $1/n$ 倍（ $n$ は液体の屈折率）に短波長化でき、更に焦点深度は空気中に比べて約 $n$ 倍に広がる。また、例えば第１回収機構によって液体を完全には回収できない事態が生じた場合、投影領域に対してその第１回収機構よりも外側に位置する第２回収機構により、その回収できなかった液体が回収される。

本発明は、第１７の観点からすると、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して２次元面内で移動する基板ステージを備え、前記基板ステージは、前記基板ステージに保持された前記基板の周囲に、前記基板表面とほぼ面一の平坦部を備えることを特徴とする第１７の露光装置である。

これによれば、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持した状態で、エネルギービームによりパターンが照明され、そのパターンが投影光学系と液体とを介して基板上に転写される。すなわち、液浸露光が行われる。また、例えば基

板の周辺部を露光する際、あるいは露光終了後に基板ステージ上の基板を交換する際などに、投影光学系とその像面側の基板との間に液体を保持した状態で、投影光学系の投影領域が基板から外れる位置に基板ステージが移動した場合でも、投影光学系と基板ステージに保持された基板の周囲に設けられた平坦部との間に液体を保持することができ、その液体の流出を防止することが可能となる。

本発明は、第１８の観点からすると、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して２次元面内で移動する基板ステージを備え、前記基板ステージは、前記基板ステージに保持される前記基板の表面とほぼ面一の平坦部を有し、前記基板の露光動作を行わないときに、前記投影光学系と前記平坦部とを対向させて、前記投影光学系の像面側に液体を保持し続けることを特徴とする第１８の露光装置である。

これによれば、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持した状態で、エネルギービームによりパターンが照明され、そのパターンが投影光学系と液体とを介して基板上に転写される。すなわち、液浸露光が行われる。また、基板の露光動作を行わないときに、投影光学系と基板ステージに設けられた平坦部とを対向させて、投影光学系の像面側に液体を保持し続けるので、例えば複数枚の基板を連続して露光する場合に、基板交換中に投影光学系の像面側に液体を保持し続けることができ、液体の供給のための時間を経ることなく、交換後の基板の露光を開始することが可能となる。また、投影光学系の像面側の先端面が乾燥して、その先端面に水跡（ウォーターマーク）などが発生するのを防止することもできる。

本発明は、第１９の観点からすると、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを

前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、前記基板が載置され、該基板を保持して２次元面内で移動する基板ステージを備え、前記基板ステージは、前記基板ステージに保持される前記基板の表面とほぼ面一の平坦部を有し、前記基板ステージに保持された基板の露光完了後に、前記基板ステージを所定位置へ移動させて、前記投影光学系の像面側の液体を回収し、該液体の回収完了後に、前記露光完了後の基板を前記基板ステージからアンロードすることを特徴とする第１９の露光装置である。

これによれば、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持した状態で、エネルギービームによりパターンが照明され、そのパターンが投影光学系と液体とを介して基板上に転写される。すなわち、液浸露光が行われる。また、基板ステージに保持された基板の露光完了後に、基板ステージを所定位置へ移動させて、投影光学系の像面側の液体を回収する。ここで、基板ステージを所定位置へ移動させる際に、投影光学系の投影領域が基板から外れる位置に基板ステージが移動する場合でも、投影光学系と基板ステージ上に設けられた平坦部との間に液体を保持することができる。また、所定位置を、投影光学系と基板ステージ上に設けられた平坦部とが対向して液体を保持する位置にしても良い。いずれにしても、所定位置への移動後に液体の回収が行われ、その液体の回収完了後に、露光完了後の基板が基板ステージからアンロードされる。

本発明は、第２０の観点からすると、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、前記投影光学系の像面側に液体を供給する供給機構と；前記投影光学系の像面側の空間内の気体を排気する排気機構と；を備え、前記供給機構からの液体供給は、前記排気機構による気体の排気と並行して開始されることを特徴とする第２０の露光装置である。

これによれば、投影光学系の像面側に局所的に液体を保持した状態で、エネ

ルギビームによりパターンが照明され、そのパターンが投影光学系と液体とを介して基板上に転写される。すなわち、液浸露光が行われる。また、供給機構からの投影光学系の像面側への液体の供給は、排気機構による投影光学系の像面側の空間内の気体の排気と並行して開始されるので、その空間内に液体を速やかに満たすことができるとともに、投影光学系の像面側に不都合な気泡や気体の塊が残ってしまうのが防止することもできる。

本発明は、第 21 の観点からすると、投影光学系と液体とを介して基板上にエネルギービームを照射し、該基板を露光する露光装置であって、前記基板を保持して 2 次元面内で移動可能な基板ステージと；前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、前記基板ステージの移動を制御する制御装置と；を備える第 21 の露光装置である。

これによれば、投影光学系と液体とを介して基板上にエネルギービームが照射され、該基板が露光される。すなわち、液浸露光が行われる。また、制御装置により、前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、基板ステージの移動が制御されるので、投影光学系と基板との間の水の温度変化や水の圧力による、露光中のデフォーカスなどの発生が効果的に抑制され、転写精度の悪化を防止できる。

また、リソグラフィ工程において、本発明の第 1 ～ 第 21 の露光装置のいずれかを用いて、基板上にデバイスパターンを転写することにより、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができる。従って、本発明は、更に別の観点からすると、本発明の第 1 ～ 第 21 の露光装置のいずれかを用いるデバイス製造方法であるとも言える。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図で

ある。

図 2 は、Z・チルトステージ及びウエハホルダを示す斜視図である。

図 3 は、液体給排ユニットを、鏡筒の下端部及び配管系とともに示す断面図である。

図 4 は、図 3 の B-B 線断面図である。

図 5 は、焦点位置検出系を説明するための図である。

図 6 は、第 1 の実施形態の露光装置の制御系の構成を一部省略して示すブロック図である。

図 7 A 及び図 7 B は、照明光の照射によりウエハ上の照射領域に収差変化が生じる理由を説明するための図である。

図 8 A は、給水位置にウエハステージが移動したときの状態を示す図であり、図 8 B は、ウエハに対するステップ・アンド・スキャン方式の露光処理の中のウエハステージと投影ユニットとの位置関係の一例を示す図であり、図 8 C は、排水位置にウエハステージが移動したときの状態を示す図である。

図 9 は、液体給排ユニット内部に所望の深さまで水が溜まった状態を示す図である。

図 10 A は、ファーストショットに対する露光の際の、液体給排ユニット近傍の様子を簡略化して示す図であり、図 10 B は、図 10 A とは逆向きにウエハがスキャンされた際の液体供給ユニット近傍の様子を簡略化して示す図である。

図 11 A ～図 11 F は、第 2 の実施形態に係る露光装置における 1 つのショット領域に対する露光のためのウエハステージの走査時の給排水動作の流れを示す図である。

図 12 は、第 2 の実施形態の露光装置に、走査方向に平行に延びる複数の仕切りを設けた変形例に係る液体給排ユニットを採用し、ウエハ上のエッジショットを露光する場合について説明するための図である。

図 1 3 A ~ 図 1 3 F は、第 2 の実施形態の変形例を説明するための図であって、1つのショット領域に対する露光のためのウエハステージの走査時の給排水動作の流れを示す図である。

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、液体給排ユニットの変形例をそれぞれ示す図である。

図 1 5 は、投影レンズの一部に孔を設け、その孔を介して液体の回収を行う変形例について示す図である。

図 1 6 は、本発明に係るデバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

図 1 7 は、図 1 6 のステップ 2 0 4 の具体例を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

#### 《第 1 の実施形態》

以下、本発明の第 1 の実施形態について、図 1 ~ 図 1 0 B に基づいて説明する。

図 1 には、第 1 の実施形態に係る露光装置 1 0 0 の概略構成が示されている。この露光装置 1 0 0 は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキヤニング・ステッパ）である。この露光装置 1 0 0 は、照明系 1 0、マスクとしてのレチクル R を保持するレチクルステージ R S T、投影ユニット P U、基板としてのウエハ W が搭載される Z・チルトステージ 3 0 を含むステージ装置 5 0、及びこれらの制御系等を備えている。

前記照明系 1 0 は、例えば特開平 6 - 3 4 9 7 0 1 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 5 3 4, 9 7 0 号などに開示されるように、光源、オプティカルインテグレータ等を含む照度均一化光学系、ビームスプリッタ、リレーレンズ、可変 N D フィルタ、レチクルブラインド等（いずれも不図示）を含んで構成されている。この照明系 1 0 では、回路パターン等が描かれたレチクル R

上のレチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域部分をエネルギービームとしての照明光（露光光） $I_L$ によりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光 $I_L$ としては、一例としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）が用いられている。なお、照明光 $I_L$ として、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）などの遠紫外光、あるいは超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）を用いることも可能である。また、オプティカルインテグレータとしては、フライアイレンズ、ロッドインテグレータ（内面反射型インテグレータ）あるいは回折光学素子などを用いることができる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

また、照明系10内の照明光 $I_L$ の光路上には、透過率が高く反射率が僅かなビームスプリッタが配置され、このビームスプリッタによる反射光路上には光電変換素子から成るインテグレータセンサ（光センサ）14が配置されている（図1では図示せず、図6参照）。このインテグレータセンサ14の光電変換信号は、主制御装置20に供給されている（図6参照）。

前記レチクルステージRST上には、レチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動部11（図1では図示せず図6参照）によって、照明系10の光軸（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直なXY平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここではY軸方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。

レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置は、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16によって、移動鏡15を介して、例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出される。ここで、実際には、レチクルステージRST上にはY軸方向に直交する反射面を有する移動鏡とX軸方向に直交する反射面を有する移動鏡とが設けられ、これらの移動鏡に対応して



レチクルY干渉計とレチクルX干渉計とが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡15、レチクル干渉計16として示されている。なお、例えば、レチクルステージRSTの端面を鏡面加工して反射面（移動鏡15の反射面に相当）を形成しても良い。また、レチクルステージRSTの走査方向（本実施形態ではY軸方向）の位置検出に用いられるX軸方向に伸びた反射面の代わりに、少なくとも1つのコーナーキューブ型ミラー（例えばレトロリフレクタ）を用いても良い。ここで、レチクルY干渉計とレチクルX干渉計の一方、例えばレチクルY干渉計は、測長軸を2軸有する2軸干渉計であり、このレチクルY干渉計の計測値に基づきレチクルステージRSTのY位置に加え、 $\theta_z$ 方向（Z軸回りの回転方向）の回転も計測できるようになっている。

レチクル干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報はステージ制御装置19及びこれを介して主制御装置20に供給される。ステージ制御装置19では、主制御装置20からの指示に応じ、レチクルステージRSTの位置情報に基づいてレチクルステージ駆動部11を介してレチクルステージRSTを駆動制御する。

前記投影ユニットPUは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置されている。投影ユニットPUは、鏡筒40と、該鏡筒内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子、具体的にはZ軸方向の共通の光軸AXを有する複数のレンズ（レンズエレメント）から成る投影光学系PLとを備えている。投影光学系PLとしては、例えば両側テレセントリックで所定の投影倍率（例えば1/4倍、又は1/5倍）の屈折光学系が使用されている。このため、照明系10からの照明光ILによってレチクルR上の照明領域が照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影ユニットPU（投影光学系PL）を介してその照明領域内のレチクルRの回路パターンの縮小像（回路パターンの一部の縮小像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハW上に形成される。

また、図示は省略されているが、投影光学系PLを構成する複数のレンズのうち、特定の複数のレンズは、主制御装置20からの指令に基づいて、結像特性補正コントローラ81（図6参照）によって制御され、投影光学系PLの光学特性（結像特性を含む）、例えば倍率、ディストーション、コマ収差、及び像面湾曲（像面傾斜を含む）、像面位置などを調整できるようになっている。

なお、結像特性補正コントローラ81は、レチクルRを動かしたり、照明光ILの波長を微調整したりして、投影光学系PLを介して投影される像の特性を調整するようにしても良いし、これらを適宜組み合わせて使用するようにしても良い。

また、本実施形態の露光装置100では、後述するように液浸法を適用した露光を行うため、投影光学系PLを構成する最も像面側（ウエハW側）の光学素子としてのレンズ42（図3等参照）の近傍には、該レンズを保持する鏡筒40の先端を取り囲む状態で、液体給排ユニット32が取り付けられている。なお、この液体給排ユニット32及びこれに接続された配管系の構成等については後に詳述する。

前記ステージ装置50は、基板ステージとしてのウエハステージWST、該ウエハステージWST上に設けられたウエハホルダ70、これらウエハステージWST及びウエハホルダ70を駆動するウエハステージ駆動部24等を備えている。前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの図1における下方で、不図示のベース上に配置され、ウエハステージ駆動部24を構成する不図示のリニアモータ等によってXY方向へ駆動されるXYステージ31と、該XYステージ31上に載置され、ウエハステージ駆動部24を構成する不図示のZ・チルト駆動機構によって、Z軸方向、及びXY面に対する傾斜方向（X軸回りの回転方向（ $\theta_x$ 方向）及びY軸回りの回転方向（ $\theta_y$ 方向））へ微小駆動されるZ・チルトステージ30とを備えている。このZ・チルトステージ30上にウエハWを保持する前記ウエハホルダ70が搭載されている。

このウエハホルダ70は、図2の斜視図に示されるように、ウエハWが載置される領域（中央の円形領域）の周囲部分のうち、正方形のZ・チルトステージ30の一方の対角線上に位置する2つのコーナーの部分がそれぞれ突出し、他方の対角線上に位置する2つのコーナー部分が前述の円形領域より一回り大きい円の1/4の円弧状となる、特定形状の本体部70Aと、この本体部70Aにほぼ重なるようにウエハWの載置される領域の周囲に配置された4枚の補助プレート22a～22dとを備えている。これらの補助プレート22a～22dの表面（平坦部）は、ウエハW表面とほぼ同一の高さ（両者の高さの差は、1mm程度もしくはそれ以下）とされている。

ここで、図2に示されるように、補助プレート22a～22dのそれぞれとウエハWとの間には、隙間Dが存在するが、隙間Dの寸法は、3mm以下になるように設定されている。また、ウエハWには、その一部にノッチ（V字状の切欠き）が存在するが、このノッチの寸法は、隙間Dより更に小さく1mm程度であるから、図示は省略されている。

また、補助プレート22aには、その一部に円形開口が形成され、その開口内に、基準マーク板FMが隙間がないように嵌め込まれている。基準マーク板FMはその表面が、補助プレート22aと同一面とされている。基準マーク板FMの表面には、後述するレチクルアライメントやアライメント検出系のベースライン計測などに用いられる各種の基準マーク（いずれも不図示）が形成されている。なお、補助プレート22a～22dは、必ずしもプレート状である必要はなく、Z・チルトステージ30の上面がウエハWとほぼ同じ高さになるようにしておいても良い。要は、ウエハWの周囲にウエハW表面とほぼ同じ高さの平坦部が形成されていれば良い。

図1に戻り、前記XYステージ31は、走査方向（Y軸方向）の移動のみならず、ウエハW上の複数の区画領域としてのショット領域を前記照明領域と共役な露光領域に位置させることができるように、走査方向に直交する非走査方

向（X軸方向）にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査（スキャン）露光する動作と、次ショットの露光のための加速開始位置（走査開始位置）まで移動する動作（区画領域間移動動作）とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。

ウエハステージWSTのXY平面内での位置（Z軸回りの回転（ $\theta_z$ 回転）を含む）は、Z・チルトステージ30の上面に設けられた移動鏡17を介して、ウエハレーザ干渉計（以下、「ウエハ干渉計」と呼ぶ）18によって、例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出されている。ここで、実際には、Z・チルトステージ30上には、例えば図2に示されるように、走査方向（Y軸方向）に直交する反射面を有するY移動鏡17Yと非走査方向（X軸方向）に直交する反射面を有するX移動鏡17Xとが設けられ、これに対応してウエハ干渉計もX移動鏡17Xに垂直に干渉計ビームを照射するX干渉計と、Y移動鏡17Yに垂直に干渉計ビームを照射するY干渉計とが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡17、ウエハ干渉計18として示されている。なお、ウエハ干渉計18のX干渉計及びY干渉計は、ともに測長軸を複数有する多軸干渉計であり、これらの干渉計によって、ウエハステージWST（より正確には、Z・チルトステージ30）のX、Y位置の他、回転（ヨーイング（Z軸回りの回転である $\theta_z$ 回転）、ピッチング（X軸回りの回転である $\theta_x$ 回転）、ローリング（Y軸回りの回転である $\theta_y$ 回転））も計測可能となっている。なお、例えば、Z・チルトステージ30端面を鏡面加工して反射面（移動鏡17X、17Yの反射面に相当）を形成しても良い。また、多軸干渉計は45°傾いてウエハテーブル18に設置される反射面を介して、投影光学系PLが載置される架台（不図示）に設置される反射面にレーザビームを照射し、投影光学系PLの光軸方向（Z軸方向）に関する相対位置情報を検出するようにしても良い。

ウエハステージWSTの位置情報（又は速度情報）はステージ制御装置19、及びこれを介して主制御装置20に供給される。ステージ制御装置19では、

主制御装置 20 の指示に応じ、ウエハステージ W S T の上記位置情報（又は速度情報）に基づき、ウエハステージ駆動部 24 を介してウエハステージ W S T を制御する。

次に、液体給排ユニット 32 について、図 3 及び図 4 に基づいて説明する。図 3 には、液体給排ユニット 32 が、鏡筒 40 の下端部及び配管系とともに断面図で示されている。また、図 4 には、図 3 の B-B 線断面図が示されている。なお、液体給排ユニット 32 は、鏡筒 40 に対して着脱可能に構成されており、液体給排ユニット 32 に故障や破損などの不具合が生じた場合には交換することが可能である。

図 3 に示されるように、投影ユニット P U の鏡筒 40 の像面側の端部（下端部）には他の部分に比べて直径の小さい小径部 40 a が形成されており、この小径部 40 a の先端が下方に行くにつれてその直径が小さくなるテーパ部 40 b とされている。この場合、小径部 40 a の内部に投影光学系 P L を構成する最も像面側のレンズ 42 が保持されている。このレンズ 42 は、その下面が光軸 A X に直交する X Y 面に平行とされている。

前記液体給排ユニット 32 は、正面（及び側面）から見て段付き円筒状の形状を有しており、その中央部には、鏡筒 40 の小径部 40 a を上方から挿入可能な断面円形の開口 32 a が上下方向に形成されている。この開口 32 a の開口径（該開口を形成する外側の環状側壁 32 c の内周面の直径）は、上端部から下端部近傍までは一定で、それより下の部分では下方に行くにつれて小さくなるようなテーパ状とされている。この結果、鏡筒 40 a のテーパ部 40 b の外面と環状側壁 32 c の内面とによって、上から見て末広（下から見て先細）の一種のノズル（以下では、便宜上「先細ノズル部」と呼ぶ）が形成されている。

液体給排ユニット 32 の下端面には、前記開口 32 a の外側に、下方から見て環状の凹部 32 b が形成されている。この場合、凹部 32 b と開口 32 a と

の間には、所定肉厚の前記環状側壁 3 2 c が形成されている。この環状側壁 3 2 c の下端面は、前述のレンズ 4 2 の下面（鏡筒 4 0 の最下端面）と同一面となっている。環状側壁 3 2 c の外周面の直径は、上端部から下端部近傍までは一定で、それより下の部分では下方に行くにつれて小さくなるようなテーパ状とされている。

前記環状側壁 3 2 c と鏡筒 4 0 の小径部 4 0 a との間には、図 3 及び図 4 から分かるように、平面視（上方又は下方から見て）環状の空隙が形成されている。この空隙内に、全周に渡ってほぼ等間隔で複数本の回収管 5 2 の一端が上下方向に挿入されている。

液体給排ユニット 3 2 の前述の凹部 3 2 b 内部の底面（上面）には、環状側壁 3 2 c の X 軸方向の両側及び Y 軸方向の両側の位置に、それぞれ上下方向の貫通孔 3 4 が形成され、各貫通孔 3 4 に排気管 5 4 の一端がそれぞれ挿入されている（図 3 では、X 軸方向一側と他側の排気管 5 4 は不図示、図 4 参照）。また、液体給排ユニット 3 2 の凹部 3 2 b 内部の底面（上面）には、複数箇所（例えば 2 箇所）に丸孔が形成され、各丸孔を介して全回収用ノズル 5 6 の下端部が挿入されている。

更に、液体給排ユニット 3 2 の下端には、前記凹部 3 2 b の外側に、下方から見て環状の凹溝 3 2 d が形成されている。この場合、凹溝 3 2 d と凹部 3 2 b との間には、所定肉厚の環状側壁 3 2 e が形成されている。この環状側壁 3 2 e の下端面は、前述のレンズ 4 2 の下面（鏡筒 4 0 の最下端面）と同一面となっている。環状側壁 3 2 e の内周面の直径は上端から下端まで一定であるが、外周面の直径は、上端部から下端部近傍までは一定で、それより下の部分では下方に行くにつれて小さくなるようなテーパ状とされている。

凹溝 3 2 d の深さは、凹部 3 2 b に比べて幾分（所定距離）浅くされており、液体給排ユニット 3 2 の凹溝 3 2 d 内部の底面（上面）には、複数の段付きの貫通孔が所定間隔で形成されており、各貫通孔内に供給管 5 8 の一端が上方か

ら挿入され、各貫通孔の下端の小径部は供給口 3 6 とされている。

液体給排ユニット 3 2 の前記凹溝 3 2 d の外側の壁、すなわち周壁 3 2 f は、その内周側の一部が残りの部分より所定距離  $\Delta H$  だけ下方に突出した突出部 3 2 g とされている。この突出部 3 2 g の下端面は、前述のレンズ 4 2 の下面に平行となっており、ウエハ W の表面との間のクリアランス  $\Delta h$  は、3 mm 以下、例えば 1 ~ 2 mm 程度とされている。また、この場合、突出部 3 2 g の先端面は、レンズ 4 2 表面よりほぼ  $\Delta H$  だけ下方に位置している。

周壁 3 2 f の内周面の下端部（突出部 3 2 g 近傍部分）の直径は、下方に行くにつれて大きくなるようなテーパ状とされている。この結果、環状凹溝 3 2 d を形成する両側の壁（3 2 e, 3 2 f (3 2 g)）によって、上から見て末広（下から見て先細）の一種のノズル（以下では、便宜上「末広ノズル部」と呼ぶ）が構成されている。

周壁 3 2 f の突出部 3 2 g の外側の環状領域には、X 軸方向の一側と他側、及び Y 軸方向の一側と他側に、2 対の所定深さの円弧状のスリット 3 2 h<sub>1</sub>, 3 2 h<sub>2</sub>、及び 3 2 h<sub>3</sub>, 3 2 h<sub>4</sub> が形成されている。各スリットの幅は、実際には、凹溝 3 2 d の幅寸法に比べて相当小さく、その内部で毛細管現象が生じる程度とされている。これらのスリット 3 2 h<sub>1</sub>, 3 2 h<sub>2</sub>、及び 3 2 h<sub>3</sub>, 3 2 h<sub>4</sub> にそれぞれ連通する該各スリットの幅よりも僅かに大きな直径の丸孔から成る吸気孔が、各スリットに対応して少なくとも各 1 つ液体給排ユニット 3 2 の上面に形成され、各吸気孔に補助回収管 6 0 の一端がそれぞれ挿入されている。（但し、図 3 では、Y 軸方向一側と他側のスリット 3 2 h<sub>3</sub>, 3 2 h<sub>4</sub> に連通する補助回収管 6 0<sub>3</sub>, 6 0<sub>4</sub> のみが示され、X 軸方向一側と他側のスリット 3 2 h<sub>1</sub>, 3 2 h<sub>2</sub> に連通する補助回収管 6 0<sub>1</sub>, 6 0<sub>2</sub> については不図示（図 4 参照））。

前記各供給管 5 8 の他端は、バルブ 6 2 a をそれぞれ介して、液体供給装置 7 2 にその一端が接続された供給管路 6 4 の他端にそれぞれ接続されている。

液体供給装置 72 は、液体のタンク、加圧ポンプ、温度制御装置等を含んで構成され、主制御装置 20 によって制御される。この場合、対応するバルブ 62 a が開状態のとき、液体供給装置 72 が作動されると、例えば露光装置 100 (の本体) が収納されているチャンバ (図示省略) 内の温度と同程度の温度に温度制御装置によって温調された液浸用の所定の液体が供給口 36 を介して、液体給排ユニット 32 とウエハ W 表面とで区画されるほぼ閉じた空間内に供給される。なお、以下では、各供給管 58 に設けられたバルブ 62 a を纏めて、バルブ群 62 a とも記述する (図 6 参照)。

上記の液体としては、ここでは、A r F エキシマレーザ光 (波長 193.3 nm の光) が透過する超純水 (以下、特に必要な場合を除いて、単に「水」と記述する) を用いるものとする。超純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できると共に、ウエハ上のフォトリソストや光学レンズ等に対する悪影響がない利点がある。また、超純水は環境に対する悪影響がないと共に、不純物の含有量が極めて低いため、ウエハの表面、及びレンズ 42 の表面を洗浄する作用も期待できる。

水の屈折率  $n$  は、ほぼ 1.44 ~ 1.47 とされており、この水の中では、照明光 I L の波長は、 $193 \text{ nm} \times 1/n = \text{約 } 131 \sim 134 \text{ nm}$  に短波長化される。

前記各回収管 52 の他端は、バルブ 62 b をそれぞれ介して、液体回収装置 74 にその一端が接続された回収管路 66 の他端にそれぞれ接続されている。液体回収装置 74 は、液体のタンク及び吸引ポンプ等を含んで構成され、主制御装置 20 によって制御される。この場合、対応するバルブ 62 b が開状態のとき、前述のほぼ閉じた空間内の水が各回収管 52 を介して液体回収装置 74 によって回収される。なお、以下では、各回収管 52 に設けられたバルブ 62 b を纏めて、バルブ群 62 b とも記述するものとする (図 6 参照)。

前記各全回収用ノズル 56 の上端は、中継用の回収管路 68 及び共通のバル



ブ 6 2 c を介して前述の回収管路 6 6 の別の分岐端に接続されている。この場合、各全回収用ノズル 5 6 は、主制御装置 2 0 によって制御される駆動機構 6 3（図 3 では図示せず、図 6 参照）によって上下動可能に構成されている。各全回収用ノズル 5 6 は、ウエハ W の表面より所定距離下方まで移動可能な構成とされている。このため、バルブ 6 2 c が開状態のとき、全ての全回収用ノズル 5 6 をウエハ表面とほぼ同じ高さ位置まで下げることににより、それらの全回収用ノズル 5 6 を介して液体回収装置 7 4 によりウエハ（又は前述した補助プレート 2 2 a ~ 2 2 d）上から水が完全に回収される。

前記各排気管 5 4 の他端は、バルブ 6 2 d をそれぞれ介して一端が真空ポンプを内蔵する吸引機構としての真空排気装置 7 6 に接続された真空配管系 6 9 の他端にそれぞれ接続されている。真空排気装置 7 6 は、主制御装置 2 0 によって制御される。なお、以下では、各排気管 5 4 に設けられたバルブ 6 2 d を纏めて、バルブ群 6 2 d とともに記述するものとする（図 6 参照）。

また、この真空配管系 6 9 には、共通のバルブ 6 2 e を介して前述の補助回収管 6 0<sub>1</sub> ~ 6 0<sub>4</sub> がそれぞれ接続されている。この場合、全てのバルブ 6 2 d が開状態で、かつ真空排気装置 7 6 が作動状態であるとき、ウエハ W（又は前述した補助プレート 2 2 a ~ 2 2 d）上でレンズ 4 2 の下端面より上の位置まで水が満たされる（図 8 参照）と、凹部 3 2 b 内の上部空間が負圧となり、その水が持ち上げられる。

また、バルブ 6 2 e が開状態のとき、真空排気装置 7 6 が作動状態であると、例えば、前述の周壁 3 2 f の外部に水が漏れた（流出した）場合にその水が、スリット（3 2 h<sub>1</sub> ~ 3 2 h<sub>4</sub> のいずれか）内に毛細管現象で吸い上げられるとともに、真空排気装置 7 6 の真空吸引力によって吸い上げられ外部に排出される。

なお、上記各バルブとしては、開閉の他、その開度の調整が可能な調整弁（例えば流量制御弁）などが用いられている。これらのバルブは、主制御装置 2 0

によって制御される（図 6 参照）。

なお、液体給排ユニット 3 2 は、その上面の複数箇所に凹部 3 2 b 内部の底面（上面）に向かって上下方向にそれぞれ形成された孔を介してスクリュ 8 0 によって、鏡筒 4 0 の底部に固定されている（図 4 参照）。

また、鏡筒 4 0 のテーパ部 4 0 b の Y 軸方向の一側と他側には、一対の温度センサ 3 8 A、3 8 B がそれぞれ固定されている。これらの温度センサの出力は、主制御装置 2 0 に供給されるようになっている（図 6 参照）。

また、図 3 に示されるように、前述のスリット 3 2 h<sub>3</sub>、3 2 h<sub>4</sub> それぞれの近傍には、給気ノズル 8 5<sub>3</sub>、8 5<sub>4</sub> がそれぞれ設けられている。また、図示は省略されているが、前述のスリット 3 2 h<sub>1</sub>、3 2 h<sub>2</sub> それぞれの近傍にも、給気ノズルが各 1 つ設けられている。これらの給気ノズルは、主制御装置 2 0 によって制御される空調機構 8 6（図 3 では図示せず、図 6 参照）にそれぞれ接続されている。

本実施形態の露光装置 1 0 0 では、更に、ウエハ W のいわゆるオートフォーカス、オートレベリングのための、焦点位置検出系が設けられている。以下、この焦点位置検出系について図 5 に基づいて説明する。

図 5 において、レンズ 4 2 と鏡筒 4 0 のテーパ部 4 0 b との間にはレンズ 4 2 と同一素材から成り、該レンズ 4 2 に密着された一対のプリズム 4 4 A、4 4 B が設けられている。

更に、鏡筒 4 0 の小径部 4 0 a を除く大径部 4 0 c の下端の近傍には、鏡筒 4 0 の内部と外部とを連通する水平方向に延びる一対の貫通孔 4 0 d、4 0 e が形成されている。これらの貫通孔 4 0 d、4 0 e それぞれの内側（前述の空隙側）の端部には、直角プリズム 4 6 A、4 6 B がそれぞれ配置され、鏡筒 4 0 に固定されている。

鏡筒 4 0 外部には、一方の貫通孔 4 0 d に対向して、照射系 9 0 a が配置されている。また、鏡筒 4 0 外部には、他方の貫通孔 4 0 e に対向して、照射系

90aとともに焦点位置検出系を構成する受光系90bが配置されている。照射系90aは、図1の主制御装置20によってオンオフが制御される光源を有し、投影光学系PLの結像面に向けて多数のピンホール又はスリットの像を形成するための結像光束を水平方向に射出する。この射出された結像光束は、直角プリズム46Aによって鉛直下方に向けて反射され、前述のプリズム44AによってウエハW表面に光軸AXに対して斜め方向より照射される。一方、ウエハW表面で反射されたそれらの結像光束の反射光束は、前述のプリズム44Bで鉛直上方に向けて反射され、更に直角プリズム46Bで水平方向に向けて反射され、受光系90bによって受光される。このように、本実施形態では、照射系90a、受光系90b、プリズム44A、44B及び直角プリズム46A、46Bを含んで、例えば特開平6-283403号公報及びこれに対応する米国特許第5,448,332号等の開示されるものと同様の斜入射方式の多点焦点位置検出系から成る焦点位置検出系が構成されている。以下では、焦点位置検出系を焦点位置検出系(90a, 90b)と記述するものとする。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この焦点位置検出系(90a, 90b)の受光系90bの出力である焦点ずれ信号(デフォーカス信号)は、主制御装置20に供給されている。

主制御装置20は、後述する走査露光時等に、受光系90bからの焦点ずれ信号(デフォーカス信号)、例えばSカーブ信号に基づいて焦点ずれが零となるように、ステージ制御装置19及びウエハステージ駆動部24を介してZ・チルトステージ30及びウエハホルダ70のZ軸方向への移動、及び2次元方向の傾斜(すなわち、 $\theta_x$ ,  $\theta_y$ 方向の回転)を制御する。すなわち、主制御装置20は、焦点位置検出系(90a, 90b)を用いてZ・チルトステージ30及びウエハホルダ70の移動を制御することにより、照明光ILの照射領域(前述の照明領域に光学的に共役な領域)内で投影光学系PLの結像面とウエ

ハWの表面とを実質的に合致させるオートフォーカス（自動焦点合わせ）及びオートレベリングを実行する。なお、これについては、更に後述する。

図6には、露光装置100の制御系の構成が一部省略してブロック図にて示されている。この制御系は、ワークステーション（又はマイクロコンピュータ）などから成る主制御装置20及びこの配下にあるステージ制御装置19などを中心として構成されている。

主制御装置20には、これまでに説明した各部の他、メモリ21が接続されている。このメモリ21内には、後述する走査露光時に、温度センサ38A、38Bの計測結果から得られる温度差とレンズ42の下方の水の流れの情報（流速や流量）とに基づいて、前述のレチクルRに照明光ILが照明される照明領域に光学的に共役なウエハW上のパターンの投影領域、すなわち露光時にパターン及び投影光学系PLを介して照明光ILが照射されるウエハ上の照射領域内における水の温度分布を演算するための情報（例えば演算式、又はテーブルデータ）、及びこの温度分布に基づいてその照射領域内に投影されるパターン像の収差（例えばベストフォーカス位置、像面湾曲（像面傾斜を含む）、球面収差など）の変化や、その温度分布によって生じる焦点位置検出系（90a、90b）の計測誤差などに対応する温度変化係数を算出するための情報（例えば演算式、又はテーブルデータ）その他の情報が記憶されている。なお、これらの情報は、予めシミュレーション結果などに基づいて求められている。

ここで、図7A及び図7Bに基づいて、照明光ILの照射によりウエハW上の照射領域に投影されるパターン像に収差変化が生じる理由について、走査方向の像面傾斜を例にとって簡単に説明する。

ウエハW上に水が存在していても、投影光学系PLと水との相対速度が零である、すなわちウエハWが静止し、かつ水も流れてない状態では、照明光ILがウエハW上の照射領域に照射されてウエハWが加熱されると、ウエハW上の水の温度分布（温度の等高線）は図7Aに示されるようになる。この図7Aに

において、符号Cは低温部を示し、符号Hは高温部を示す。このように、照明光 I L の照射によって水の温度分布が変化すると、ウエハW上の照射領域内に投影されるパターン像のベストフォーカス位置の変化や球面収差、非点収差、ディストーションなど変化を引き起こす。この場合、照射領域近傍の温度分布は左右対称であるから、走査方向（図7A中の紙面左右方向）の一端の点P<sub>1</sub> と他端の点P<sub>2</sub> におけるベストフォーカス位置は、同一の位置となり、走査方向に関しては像面傾斜は生じていない。なお、水の温度分布は図7Aのようなものに限るものではなく、照明光 I L が水に吸収されることによって水の温度変化が起こり、投影光学系 P L の先端付近の水の温度がウエハW表面付近の水の温度より高くなることも考えられる。

これに対し、投影光学系 P L と水との相対速度が零でなく、例えば図7B中に矢印Fで示される方向に水が所定速度で流れている状態では、照明光 I L がウエハW上の照射領域に照射されてウエハが加熱されると、ウエハW上での水の温度分布は同図に示されるようになる。この図7Bにおいても、符号Cは低温部を示し、符号Hは高温部を示す。この場合、照射領域近傍の水の温度分布は明らかに左右非対称である。このため、この温度分布の非対称性を無視してしまうと、走査方向（図7A中の紙面左右方向）の一端の点P<sub>1</sub> におけるベストフォーカス位置は、ウエハW表面に一致しているのに対して、他端の点P<sub>2</sub> におけるベストフォーカス位置はウエハW表面から上側にΔZだけずれた点となる。ここで、点P<sub>2</sub> におけるベストフォーカス位置がウエハW表面に一致しなくなるのは、ウエハからの熱で暖められた水が点P<sub>1</sub> から点P<sub>2</sub> へ向かって移動するためである。この場合、上流側（点P<sub>1</sub> に近い位置）ほど、上流から流れてきた冷たい水が支配的になり、下流側（点P<sub>2</sub> に近い位置）ほど暖められた水が支配的になる。なお、図7Bのような温度分布の場合に、点P<sub>1</sub> と点P<sub>2</sub> でベストフォーカス位置に差が生じるのは、温度変化（温度分布）は、水の屈折率の変化（分布）に対応するためである。従って、この意味では、他の

収差、球面収差、非点収差、ディストーションなども、温度分布に応じて変化するものと考えられる。なお、先に述べたように、照明光 1 L が水に吸収されることによって水の温度変化が起こり、投影光学系 P L の先端付近の水の温度がウエハ W 表面付近の水の温度より高くなることも考えられるため、水が流れている場合の水の温度分布も図 7 B に限るものではない。

上記の説明から明らかなように、照明領域内の水の温度分布に起因する収差分布（フォーカス分布など）は、水の流れの向きに依存する。

また、前述のレンズ 4 2 とウエハ W との間で水の流れがあると、上流側と下流側とに圧力差が生じる。すなわち、上流側に比べて下流側が負圧になる。すなわち、投影光学系 P L とウエハ W との間の水の圧力が変化し、このような圧力によって、レンズ 4 2 やウエハ W の位置が変動し、照明領域内の位置に応じた収差、例えばベストフォーカス位置の変化を招いたり、オートフォーカス、オートレベリングの制御誤差を招いたりする。また、走査方向の圧力分布は、上記の水の速度と密接に関わっており、ウエハ W の走査速度及び水（液体）の供給量などに応じて変化する。

従って、メモリ 2 1 内には、ウエハの走査速度、水の供給量をデータ（あるいはパラメータ）として含む、照射領域内における収差（例えばベストフォーカス位置、像面湾曲（像面傾斜を含む）、球面収差など）の変化に対応する圧力変化係数を算出するためのテーブルデータ（あるいは算出式）が格納されている。これらのテーブルデータ（あるいは算出式）は、予め行われたシミュレーション結果などに基づいて求められている。なお、その圧力変化係数には、ウエハ W の面位置制御誤差に相当する収差変化分も含まれている。

メモリ 2 1 内には、更に、前述の温度変化係数と圧力変化係数とをパラメータとして含み、上記各収差を算出するための式なども格納されている。

次に、上述のようにして構成された本実施形態の露光装置 1 0 0 における露光処理工程の一連の動作について、図 8 A ～ 図 1 0 B を参照しつつ説明する。

前提として、レチクルステージRST上には、レチクルRがロードされているものとする。また、ウエハステージWSTは、ウエハ交換位置にあり、ウエハホルダ70上にウエハWがロードされているものとする。

そして、通常のスキヤニング・ステッパと同様に、不図示のレチクルアライメント系、アライメント検出系及び前述した基準マーク板FMなどを用いた、レチクルアライメント、不図示のアライメント系のベースライン計測、並びにEGA（エンハンスド・グローバル・アライメント）等のウエハアライメントなどの所定の準備作業が行われる。

そして、ウエハアライメントが終了すると、主制御装置20は、ステージ制御装置19に指示を与え、所定の給水位置にウエハステージWSTを移動する。図8Aには、この給水位置にウエハステージWSTが移動したときの状態が示されている。この図8Aにおいて、符号PUは、投影ユニットPUの鏡筒40の先端部の位置を示す。本実施形態では、基準マーク板FMの真上の位置に投影ユニットPUが位置する位置が給水位置に設定されている。

次に、主制御装置20は、液体供給装置72の作動を開始するとともに、バルブ群62aを所定開度で開いて、全ての供給口34からの給水を開始する。その直後に、主制御装置20は、真空排気装置76の作動を開始するとともに、バルブ群62d、バルブ62eを全開にして、各排気管54、補助回収管60<sub>1</sub>～60<sub>4</sub>を介した真空排気を開始する。また、このとき、主制御装置20は、空調機構86を制御して、液体給排ユニット32近傍の局所空調を開始する。このように、投影光学系PLの像面側の空間の気体を排気しながら、その空間への水の供給を行うことによって、その空間への水滴たしを速やかに行うことができるばかりでなく、投影光学系PLの像面側に不都合な気泡や気体の塊が残ってしまうのを防止することもできる。

そして、所定時間経過すると、液体給排ユニット32と基準マーク板FM表面とで区画されるほぼ閉空間内に水が所定量溜まる。ここで、供給開始直後は、

周壁 3 2 f の突出部 3 2 g と基準マーク板 F M との間のクリアランス（隙間）から、水がその勢いで外部に漏れ出さないように、水の供給量を低めに設定し、水が  $\Delta h$  の高さまで溜まり、液体給排ユニット 3 2 内部が完全な閉空間になった段階で、水の供給量を高めに設定する。このような水の供給量の設定は、主制御装置 2 0 が、バルブ群 6 2 a の各バルブの開度を調整することにより行っても良いし、液体供給装置 7 2 からの水の供給量そのものを制御しても良い。なお、供給開始直後は、水の供給量を徐々に多くしたり、段階的に多くしたりしても良い。

いずれにしても、水が  $\Delta h$  の深さまで供給されると、液体給排ユニット 3 2 と水面とで区画される空間内が、真空排気装置 7 6 による真空吸引力で液体給排ユニット 3 2 の外部に対して負圧となり、水の自重を支える、すなわち水を持ち上げるようになる。従って、その後、水の供給量を増加させても、水が周壁 3 2 f の突出部 3 2 g 下のクリアランス（隙間）から漏出しにくくなる。また、この場合、クリアランスは 1 ～ 2 mm 程度なので水はその表面張力によっても周壁 3 2 f （突出部 3 2 g ）の内部に保持される。

投影光学系 P L と基準マーク板 F M との間の所定空間が液体で満たされると、主制御装置 2 0 は、ステージ制御装置 1 9 に指示を与え、ウエハ W 上の所定位置に投影ユニット P U の先端部が来るように、ウエハステージ W S T を移動する。なお、図 8 A に示される給水開始位置からウエハステージ W S T を移動するときに、投影ユニット P U の下の液浸領域が補助プレート 2 2 a とウエハ W との境界を通過することになるが、補助プレート 2 2 a 表面とウエハ W 表面とはほぼ同じ高さであり、補助プレート 2 2 a とウエハ W との隙間も 1 mm 程度なので、レンズ 4 2 の下に水を保持し続けることができる。

なお、前述のスリット 3 2 h<sub>1</sub> ～ 3 2 h<sub>4</sub> を介した真空吸引により各スリット内に周囲の空気が吸い込まれると、何らの対策を採っていない場合には、空気の乱れが生じるとともに、各スリットの下方が負圧になるおそれがあり、この



負圧が生じると、水が周壁 3 2 f の突出部 3 2 g 下のクリアランス（隙間）から漏れ出す可能性が高くなる。しかし、本実施形態では、前述した空調機構 8 6 により給気ノズル 8 5<sub>3</sub>、8 5<sub>4</sub> 等を介して各スリット近傍にそのような空気の乱れや負圧が生じるのが効果的に抑制されている。

図 9 には、ウエハ W 上で所望の深さまで液体給排ユニット 3 2 内部に水が溜まった状態が示されており、投影光学系 P L の投影領域を含むウエハ W 上の一部に液浸領域が形成されている。そして、以下のようにしてステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行なわれる。

すなわち、ステージ制御装置 1 9 が、主制御装置 2 0 の指示の下、ウエハアライメントの結果に基づいて、ウエハホルダ 7 0 に保持されたウエハ W 上の第 1 番目の区画領域としての第 1 ショット領域（ファーストショット）の露光のための加速開始位置にウエハステージ駆動部 2 4 を介してウエハステージ W S T を移動する。給水位置（液体供給位置）から上記加速開始位置までウエハステージ W S T が移動する際に、主制御装置 2 0 は、液体回収装置 7 4 の作動を開始するとともに、バルブ群 6 2 b の少なくとも 1 つのバルブ 6 2 を所定の開度で開き、液体給排ユニット 3 2 内部の水を回収管 5 2 を介して回収する。このとき、液体給排ユニット 3 2 内部に、水面の高さがレンズ 4 2 の下面よりも高くなる一定量の水が、常に満たされるように、水の回収に使用するバルブ 6 2 b の選択及び各バルブ 6 2 b の開度の調整を行う。

この場合において、主制御装置 2 0 は、投影ユニット P U に関してウエハステージ W S T（ウエハ W）の移動方向の後方以外の位置にある供給口 3 6 に対応するバルブ 6 2 a を全閉状態とし、投影ユニット P U に関して前記移動方向の前方に位置する回収管 5 2 に対応するバルブ 6 2 b のみを所定開度で開くこととしても良い。このようにすると、そのウエハステージ W S T の移動中に、ウエハステージ W S T の移動方向と同じ方向に、投影ユニット P U の後側から前側に移動する水の流れがレンズ 4 2 の下方に生じる。このときも、液体給排

ユニット32内部に、水面の高さがレンズ42の下面よりも高くなる一定量の水が常時入れ替わりながら常に満たされるように、主制御装置20では、水の供給量及び回収量を設定することが望ましい。

上記の加速開始位置へのウエハW（ウエハステージWST）の移動が終了すると、ステージ制御装置19により、主制御装置20の指示に応じて、レチクルステージ駆動部11及びウエハステージ駆動部24を介してレチクルステージRSTとウエハステージWSTとのY軸方向の相対走査が開始される。両ステージRST、WSTがそれぞれの目標走査速度に達し、等速同期状態に達すると、照明系10からの照明光IL（紫外パルス光）によってレチクルRのパターン領域が照明され始め、走査露光が開始される。上記の相対走査は、主制御装置20の指示に応じ、ステージ制御装置19が前述したウエハ干渉計18及びレチクル干渉計16の計測値をモニタしつつ、レチクルステージ駆動部11及びウエハステージ駆動部24を制御することにより行われる。

ステージ制御装置19は、特に上記の走査露光時には、レチクルステージRSTのY軸方向の移動速度 $V_r$ とウエハステージWSTのY軸方向の移動速度 $V_w$ とが、投影光学系PLの投影倍率に応じた速度比に維持されるように同期制御を行う。

そして、レチクルRのパターン領域の異なる領域が照明光ILで逐次照明され、パターン領域全面に対する照明が完了することにより、ウエハW上のファーストショットの走査露光が終了する。これにより、レチクルRのパターンが投影光学系PLを介してファーストショットに縮小転写される。

上記のウエハW上のファーストショットに対する走査露光に際しても、主制御装置20は、上述の給水位置から上記加速開始位置までの移動の際と同様に、走査方向、すなわちウエハWの移動方向に関して、投影ユニットPUの後側から前側に向かって、ウエハWの移動方向と同じ方向（+Y方向）に移動する水の流れがレンズ42の下方に生じるように、バルブ群62a、62bを構成す

る各バルブの開度調整（全閉及び全開を含む）を行う。

図10Aには、このときの液体給排ユニット32近傍の様子が簡略化して示されている。このとき、水の流れの方向は、ウエハWの走査方向SD（+Y方向）と同一方向であり、かつ水の流速の方がウエハWの走査速度より大きい。このため、水は、ウエハW上を図中の左側から右側へ流れ、照明光ILのウエハ面上の照明領域（投影光学系PLを介したレチクルR上のパターンの投影領域）には、所定量の水が走査露光中常に（この水は常時入れ替わっている）満たされている。

この場合、水の流速、流量などによっては、周壁32fの突出部32gの走査方向前方から外部に水が漏れ出すことがあるが、この漏れ出した水は、スリット32h<sub>3</sub>内に毛細管現象で吸い上げられるとともに、補助回収管60<sub>3</sub>を介して真空排気装置76によって真空吸引され、外部に排出される。すなわち、ウエハWの走査方向に関して、供給管58の反対側に設けられた回収管52で回収しきれずに、周壁32gの外側に流出した液体は、補助回収管60<sub>3</sub>によりウエハW上から回収（除去）される。

また、図10Aに示されるように、供給された水の中に気泡が混入している場合、あるいは供給直後に水の中に気泡が発生する場合も考えられるが、レンズ42の上流側に前述の空間（負圧の空間）が存在するため、水のウエハWに対する相対速度がある値以下である状態（通常の使用状態）では、気泡は、その空間内に回収され、レンズ42下に到達することがないようにになっている。すなわち、供給管58とレンズ42間で、水の中の気泡を回収するようにしているため、その気泡がレンズ42とウエハWとの間に到達せず、その気泡によってウエハW上に投影されるパターンの像が劣化することもない。

なお、レンズ42下面の使用しない部分、すなわち露光光の通過しない部分に溝を設けてもよい。この場合、万が一、レンズ42とウエハWとの間に気泡が到達しても、その溝に気泡が捕獲されるため、露光光の光路中への気泡の到

達をより確実に防止できる。

ここで、上記の走査露光中には、ウエハW上の照明領域が投影光学系PLの結像面に実質的に一致した状態で露光が行われる必要があるため、前述した焦点位置検出系(90a、90b)の出力に基づくオートフォーカス、オートレベリングが主制御装置20により、次のa. ~ f. のようにして実行されている。

a. 主制御装置20は、走査露光中に、前述した温度センサ38A、38Bの計測値を取り込み、前述したウエハ上の照射領域の走査方向の上流側の端部と下流側の端部との温度差 $\Delta T$ を算出する。また、主制御装置20は、メモリ21内に格納されている前述したウエハ上の照射領域内における水の温度分布を演算するため情報(例えば演算式、又はテーブルデータ)を用い、算出した温度差 $\Delta T$ とレンズ42の下方を流れる水の流量とに基づいて上記の水の温度分布を演算にて求める。

b. また、主制御装置20は、メモリ21内に格納されている前述の情報(例えば演算式、又はテーブルデータ)を用い、求めた水の温度分布に基づいて照射領域内の例えば走査方向の一侧と他側の点におけるベストフォーカス位置の変化に対応する温度変化係数を演算する。

c. また、主制御装置20は、メモリ21内に格納されている前述のテーブルデータあるいは算出式を用い、ウエハWの走査速度、水の供給量に基づいて、照射領域内の例えば走査方向の一侧と他側の点におけるベストフォーカス位置の変化に対応する圧力変化係数を演算する。

d. また、主制御装置20は、メモリ21内に格納されている、前述の収差、例えばベストフォーカス位置を算出するための算出式に、b. 及びc. でそれぞれ算出した温度変化係数と圧力変化係数とを代入して、照射領域内の例えば走査方向の一侧と他側の点におけるベストフォーカス位置を算出する。

e. また、主制御装置20は、d. で算出した結果に基づき、その時点にお

ける投影光学系の像面形状（像面の傾斜）を算出し、その算出結果に基づいて、焦点位置検出系の各検出点（結像光束の照射ポイント）における目標位置の設定（検出オフセットの設定）を行い、その目標値に基づいて、ウエハWのフォーカス制御及びレベリング制御を行う。すなわち、ウエハWの表面が像面とほぼ合致するように、Z・チルトステージ30及びウエハホルダ70の移動を制御する。

f. 主制御装置20は、上記a. ～ e. の処理を、走査露光中、所定間隔で繰り返し行う。この結果、ウエハW上の各点は、投影光学系PLの像面に沿って駆動され、レンズ42とウエハWとの間の水の温度変化や水の流れに起因する圧力変化による、露光中のデフォーカスの発生が効果的に抑制される。

このようにして、ウエハW上のファーストショットに対する走査露光が終了すると、主制御装置20からの指示に応じ、ステージ制御装置19により、ウエハステージ駆動部24を介してウエハステージWSTが例えばX軸方向にステップ移動され、ウエハW上のセカンドショット（第2番目の区画領域としてのショット領域）の露光のための加速開始位置に移動される。このファーストショットの露光とセカンドショットの露光との間のウエハステージWSTのショット間ステッピング動作（区画領域間移動動作）の際にも、主制御装置20は、前述の給水位置からファーストショットの露光のための加速開始位置までウエハステージWSTを移動した場合と同様の各バルブの開閉動作を行う。これにより、ショット間ステッピング動作の際にも、投影ユニットPUに関してウエハステージWSTの移動方向の後方から前方に向かってレンズ42下に水が供給され、その水の量が常に一定に維持される。

次に、主制御装置20の管理の下、ウエハW上のセカンドショットに対して前述と同様の走査露光が行われる。本実施形態の場合、いわゆる交互スキャン方式が採用されているため、このセカンドショットの露光の際には、レチクルステージRST及びウエハステージWSTの走査方向（移動方向）が、ファースト

ストショットとは逆向きになる。このセカンドショットに対する走査露光時における、主制御装置 20 及びステージ制御装置 19 の処理は、前述と基本的は同様である。この場合も、主制御装置 20 は、ファーストショットの露光時と反対のウエハ W の移動方向に関して、投影ユニット P U の後側から前側に移動する水の流れがレンズ 42 の下方に生じるように、バルブ群 62 a、62 b を構成する各バルブの開度調整（全閉及び全開を含む）を行う。図 10 B には、このときの液体給排ユニット 32 近傍の様子が簡略化して示されており、ウエハ W が -Y 方向に移動しながらセカンドショットの走査露光が行われ、レンズ 42 とウエハ W との間でウエハ W と同じ方向（-Y 方向）に水が流れていることが示されている。

このようにして、ウエハ W 上のショット領域の走査露光とショット領域間のステッピング動作とが繰り返し行われ、ウエハ W 上の複数の区画領域としてのショット領域にレチクル R の回路パターンが順次転写される。

図 8 B には、ウエハ W に対するステップ・アンド・スキャン方式の露光処理中のウエハステージ W S T と投影ユニット P U との位置関係の一例が示されている。

上述のようにしてウエハ W 上の複数のショット領域に対する走査露光が終了すると、主制御装置 20 は、ステージ制御装置 19 に指示を与え、所定の排水位置にウエハステージ W S T を移動する。図 8 C には、この排水位置にウエハステージ W S T が移動したときの状態が示されている。この図 8 C において、符号 P U は、投影ユニット P U の鏡筒 40 の先端部の位置を示す。この場合、鏡筒 40 の先端が補助プレート 22 c の真上に位置する位置が排水位置とされている。

次に、主制御装置 20 は、バルブ群 62 a の全てのバルブを全閉状態にするとともに、バルブ群 62 b の全てのバルブを全開状態にする。同時に主制御装置 20 は、駆動機構 63 を介して全回収用ノズル 56、56 を先端が補助プレ

ート 2 2 b に当接する位置まで降下させ、バルブ 6 2 c を開く。

これにより、所定時間後に、レンズ 4 2 の下の水は、液体回収装置 7 4 によって完全に回収される。

その後、ウエハステージ W S T が、前述のウエハ交換位置に移動し、ウエハ交換が行われる。

これまでの説明から明らかなように、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、液体供給装置 7 2、該液体供給装置 7 2 に接続された供給管路 6 4、該供給管路 6 4 にバルブ 6 2 a をそれぞれ介して接続された複数の供給管 5 8、複数の供給管 5 8 がそれぞれ接続された液体給排ユニット 3 2 の各供給口 3 6、及び各供給口 3 6 に連通する前述の末広ノズル部などによって、投影光学系 P L とウエハステージ W S T 上のウエハ W との間に液体（水）を供給する供給機構が構成されている。

また、露光装置 1 0 0 では、液体回収装置 7 4、該液体回収装置 7 4 に接続された回収管路 6 6、該回収管路 6 6 にバルブ 6 2 b をそれぞれ介して接続された複数の回収管 5 2、各回収管 5 2 の先端が連通する前述の先細ノズル部などによって液体（水）を回収する回収機構が構成されている。

また、露光装置 1 0 0 では、真空排気装置 7 6、該真空排気装置 7 6 に接続された真空配管系 6 9、該真空配管系 6 9 にバルブ 6 2 e を介して接続された補助回収管 6 0<sub>1</sub>～6 0<sub>4</sub>、及び該各補助回収管がそれぞれ接続された液体給排ユニット 3 2 のスリット 3 2 h<sub>1</sub>～3 2 h<sub>4</sub> などによって補助回収機構が構成されている。この補助回収機構により、液体回収機構によって回収しきれなかったウエハ W 上の液体を除去（回収）することができる。なお、本実施形態においては、補助回収機構はウエハ W 上に残っている液体を吸引してウエハ W 上から除去（回収）を行うようになっているが、ドライエアなどを当てて乾燥させるようにしても良いし、吹き飛ばすようにしても良い。

また、露光装置 1 0 0 では、空調機構 8 6 及び給気ノズル 8 5<sub>3</sub>、8 5<sub>4</sub> 等に

よって、真空排気装置 76 による吸引によって生じる水（液体）の周囲の環境変化を抑制する給気機構が構成されている。

また、露光装置 100 では、レチクルステージ駆動部 11、ウエハステージ駆動部 24 及びステージ制御装置 19 によって、レチクルパターンを走査露光方式でウエハ W 上に転写するため、照明光 I L に対してレチクルステージ R S T とウエハステージ W S T とを同期して走査方向に駆動する駆動系が構成されている。

また、液体給排ユニット 32 の中央の開口 32 a（この開口 32 a の中央に投影光学系 P L の像面側のレンズ 42 が配置される）を区画する環状側壁 32 c が設けられ、かつこの環状側壁 32 c の外側に環状凹部 32 b が設けられ、この環状凹部 32 b の天井の高さが他の部分より高くされ、水（液体）が液体給排ユニット 32 内部に供給された場合にも、環状凹部 32 b の内部には、空間が残るようになっている。このようにして、露光装置 100 では、環状側壁 32 c、環状側壁 32 e、及びこれら両者によって形成される環状凹部 32 b の上部空間に接続された排気管 54 などによって、気泡回収機構が構成されている。また、この場合、環状側壁 32 c と環状凹部 32 b とは、投影ユニット P U の周囲に全周に渡って形成されているので、実質的に、全方位に渡って多数の気泡回収機構が設けられているのと等価である。

また、露光装置 100 では、投影光学系 P L（正確にはレンズ 42）とウエハ W との間の水の温度情報の実測値（温度センサ 38 A、38 B で計測される）及び投影光学系 P L（正確にはレンズ 42）とウエハ W との間の水の圧力情報に基づいて、露光条件、具体的には、焦点位置検出系（90 a、90 b）のオフセット、及びウエハ W のフォーカス・レベリング制御に関する条件（結像条件）などを調整する調整装置が、主制御装置 20 によって構成されている。また、走査方向一側と他側にそれぞれ配置された 2 つの温度センサ 38 A、38 B の検出結果に基づいて、ウエハ上の照明光 I L の照射領域を水が通過する間



に生じる水の温度変化を予測する予測装置が、主制御装置20によって構成されている。

なお、温度センサは必ずしも2つ必要ではなく、水の温度変化がわかれば一つでも良いし、より詳細な温度分布を求めるために3つ以上の温度センサを備えるようにしても良い。

以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置100によると、ウエハW上の各ショット領域に対するレチクルパターンの転写が走査露光方式で行われる際、上述した供給機構により投影ユニットPU（投影光学系PL）とウエハステージWST上のウエハWとの間に水が供給される動作と、上述した回収機構による水の回収動作とが並行して行われる。すなわち、投影光学系PLを構成する先端のレンズ42とウエハステージWST上のウエハWとの間に、常に所定量の水（この水は常時入れ替わっている）が満たされた（保持された）状態で、露光（レチクルパターンのウエハ上への転写）が行われる。この結果、液浸法が適用されて、ウエハW表面における照明光ILの波長を空気中における波長の $1/n$ 倍（ $n$ は水の屈折率1.4）に短波長化でき、これにより投影光学系の解像度が向上する。また、供給される水は、常時入れ替えられているので、ウエハW上に異物が付着している場合には、その異物が水の流れにより除去される。

また、投影光学系PLの焦点深度は空気中に比べて約 $n$ 倍に広がるので、焦点位置検出系（90a、90b）を用いたウエハWのフォーカス・レベリング動作に際して、デフォーカスが発生しにくいという利点がある。なお、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できれば良い場合には、投影光学系PLの開口数（NA）をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

また、前述の供給機構により供給された水（液体）中に気泡が混入した場合、あるいは供給直後に水中に気泡が発生した場合には、その気泡は、その水の流

れの投影ユニットPU（投影光学系PL）に対する上流側で前述した気泡回収機構によって回収される。すなわち、水中の気泡は、レンズ42の下方に到達することなく、気泡回収機構によって回収される。このため、気泡がレンズ42とウエハWとの間に入り込むことに起因する照明光ILの部分的な透過率の低下やパターンの投影像の劣化などを防止することができる。

また、図10A、図10Bからも分かるように、気泡の回収に用いられる気泡回収機構の気泡回収位置が、ウエハWの移動方向（図10A、図10Bでは一例として走査方向）に応じて切り換えられている。このため、ウエハWがいずれの方向に移動する場合であっても、その移動中に気泡がレンズ42とウエハWとの間に入り込むのを防止することができる。

また、ウエハW上の複数のショットを順次露光している最中に、例えば上述の回収機構によって水を完全には回収できない事態が生じた場合、例えば液体給排ユニット32の外部に水が漏れ出した場合には、上述した補助回収機構によりその回収できなかった、すなわち漏れ出した水がウエハW上から除去（回収）される。これにより、ウエハW上に水が残留することがなく、その水の残留（残存）に起因する種々の不都合の発生を回避することができる。すなわち、残った水が蒸発する際の気化熱によって雰囲気中に温度分布が生じ、あるいは雰囲気気の屈折率変化が生じるのを抑制して、ウエハステージWSTの位置を計測するウエハ干渉計18の計測誤差を効果的に抑制することができる。また、ウエハ上に残留した水がウエハの裏側に回り込むのを防止して、ウエハが搬送アームに密着して離れにくくなったりするのを防止することができる。

また、露光装置100によると、投影光学系PLを構成する最もウエハ側の光学素子としてのレンズ42の周囲を少なくとも取り囲みかつウエハステージWST上のウエハW表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁32f（突出部32g）を備え、かつそのクリアランスが $\Delta h = 1 \sim 2 \text{ mm}$ 程度と小さく設定されている。このため、周壁32f内の水と外気との接触面積が極めて狭

く設定され、水の表面張力によりそのクリアランスを介した液体の周壁 32 f 外への漏出が防止される。このため、例えば露光終了後に液浸に用いた液体(水)の回収を確実に行うことが可能となる。

また、本実施形態の露光装置 100 によると、ウエハ W の周辺部のショット領域を露光する際、あるいは露光終了後にウエハステージ W S T 上のウエハを交換する際などに、投影光学系 P L (レンズ 42) とウエハ W との間に水を保持した状態で、投影ユニット P U (投影光学系 P L の投影領域) がウエハ W から外れる位置にウエハステージ W S T が移動した場合などでも、投影光学系と補助プレート(22 a ~ 22 d のいずれか)との間に水を保持することができ、その水の流出を防止することが可能となる。これにより、水の流出に起因する種々の不都合の発生を回避することができる。また、補助プレート 22 a ~ 22 d とウエハ W との隙間は 3 mm 以下に設定されているので、ウエハ W が投影ユニット P U (投影光学系 P L) の下方にある状態からウエハ W が投影ユニット P U から外れる位置にウエハステージ W S T が移動する場合などに、その移動の途中でウエハ W と補助プレートとの間の隙間に水が流出するのが、その水の表面張力により防止される。なお、ウエハ表面と補助プレート表面とに 1 mm 程度の段差があっても水の表面張力により、殆ど漏水は発生しないことが発明者によって確認されている。

また、例えばウエハ W の交換後に露光を開始する際には、これに先立って、投影ユニット P U (投影光学系 P L のレンズ 42) と補助プレートとの間に水を保持するので、水の供給のための時間を経ることなく、その露光を開始することが可能となり、その分スループットの向上が可能である。

また、露光開始前に液体給排ユニット 32 内部への水の供給が補助プレート 22 a 上で開始されるので、ウエハ W 上で水の供給を開始する場合のように、水圧などでレジストの一部が除去されたりするおそれもない。

また、空調機構 86 (給気ノズルを含む) によって、水が保持される液体給

排ユニット32周辺の空調が行われているので、前述した回収機構又は補助回収機構による水の回収の際に、液体給排ユニット32内部に保持される水の周囲の雰囲気中の気体（例えば露光装置の本体が収容されるチャンバ内の空気）の流れが乱れるのが防止され、これによりその気体の流れの乱れ（これによって生じる気体の温度揺らぎ、屈折率変化などを含む）に起因するウエハ干渉計18の計測誤差の発生が防止され、ウエハステージWSTの位置を精度良く計測することが可能となる。

従って、本実施形態の露光装置100によると、上述したような種々の効果により、レチクルRのパターンをウエハW上の複数のショット領域のそれぞれに極めて精度良く転写することが可能になる。また、空気中に比べて広い焦点深度での露光を行うことも可能になる。

なお、上記第1の実施形態で説明した各部の構成は、一例であって本発明がこれに限定されないことは勿論である。例えば、上記実施形態では、主制御装置20は、ウエハステージWSTの移動中に、その移動方向に関して投影ユニットPUの後方から前方に移動する水の流れがレンズ42の下方に生じるように、バルブ群62a、62bを構成する各バルブの開度調整（全閉及び全開を含む）を行うものとしたが、これと反対に、ウエハステージWSTの移動中に、その移動方向に関して投影ユニットPUの前方から後方に移動する水の流れがレンズ42の下方に生じるように、バルブ群62a、62bを構成する各バルブの開度調整（全閉及び全開を含む）を行うこととしても良い。この場合には、前述の補助回収機構は、投影ユニットPU（投影光学系PL）に関してウエハWの移動方向の前方で残留液体を回収することとなる。すなわち、ウエハの移動方向の前方に位置するスリット32h<sub>i</sub>及びこれに連通する補助回収管60<sub>i</sub>（iは1～4のいずれか）を介して残留液体が回収される。

また、上記第1の実施形態では、液体給排ユニット32の一部に形成されたスリット32h<sub>1</sub>～32h<sub>4</sub>、各スリットに連通した補助回収管60<sub>1</sub>～60<sub>4</sub>、

及び真空排気装置 76 などによって、補助回収機構が構成されるものとしたが、例えば、空調機構 86 を、流体（液体及び気体）を吸引する吸引機構を含んで構成することとしても良い。すなわち、空調機構 86 に真空ポンプを内蔵し、この真空ポンプに接続された吸気ノズルを前述の各給気ノズルの近傍に配置しても良い。このように構成して、吸引機構としての真空ポンプに、前述の回収機構で回収しきれなかった（液体給排ユニット 32 外へ漏れた）水を回収する役割をも果たさせることとしても良い。この場合には、液体給排ユニット 32 にスリット 32h<sub>1</sub>～32h<sub>4</sub> を形成する必要がないとともに、吸気ノズルの配置によっては、漏れた水の広がり範囲が幾分広くても対応が可能な場合もある。また、上記実施形態では、ウエハWの露光中も水の供給、回収を行っているが、表面張力で水が保持可能な場合は、露光中の供給回収を行わなくても良い。

また、空調機構 86 からドライエアや熱風を供給し、回収機構で回収しきれずに、周壁 32g の外側に流出して、ウエハW上に残存する水を乾燥して、ウエハW上から除去するようにしても良い。

また、上記実施形態では、補助プレートの一部に基準マーク板 FM を配置するものとしたが、これに代えて、あるいはこれとともに、補助プレートの一部に焦点位置検出系（90a、90b）のキャリブレーションに用いる基準反射板を配置しても良い。あるいは、上記反射板と基準マーク板とを兼用させても良い。また、補助プレートは、ウエハWの全周囲に設けているが、必要な場所に部分的に設けても良いし、所定間隔毎に設けても良い。

また、上記実施形態では、主制御装置 20 は、前述のショット間ステッピング動作時や走査露光時など以外のウエハステージ WST が停止しているときは、前述の供給機構による水（液体）の供給動作及び前述の回収機構による水の回収動作をともに停止することとしても良い。このようにしても、液体給排ユニット 32 内部の水は、前述した負圧の作用や水の表面張力により保持される。ウエハステージ WST の停止中は、ショット間ステッピング動作時や走査露光

時などに比べて水を入れ替える必要性が低いので、常時（ウエハステージWSTの移動中のみならず、停止中にも）供給機構による液体の供給動作及び回収機構による液体の回収動作が並行して行われる場合に比べて、液体の使用量を減らすことができる。但し、ウエハステージWSTの停止中に、給水及び排水を継続することによって、レンズ42下面の汚れを防ぐこととしても良い。

また、上記実施形態では、図8A及び図8Cにそれぞれ示される給水位置、排水位置は、ウエハ交換位置（アンロード位置かつロード位置）とは無関係な位置であることを前提として説明を行ったが、これに限らず、例えば給水位置をウエハのロード位置とし、排水位置をウエハのアンロード位置としても良い。このようなことは、投影ユニットPUの先端とウエハステージWST（より正確には、補助プレート）の面積との関係を調整して、ウエハロード時、アンロード時に、投影ユニットPUがウエハの搬送の邪魔にならないようにすることで実現できる。この場合、ウエハのアンロード位置、ロード位置では、給水及び排水を継続しても良いし、停止しても良い。この場合において、ウエハのロード位置とアンロード位置とを一致させ、この位置（待機位置と呼ぶ）では、投影ユニットPUの真下に基準マーク板FMが位置するようにし、かつウエハアライメント中、投影ユニットPUの先端が補助プレート22a～22dのいずれかの上方に必ず存在するように、ウエハステージWST（より正確には、補助プレート）の面積を設定することとしても良い。

かかる場合には、常にレンズ42の下方に水を保持しておくことが可能になるので、ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作時以外の際にも前述の給水、排水を継続して行っても良い。この場合、一度レンズ42の下方に給水を行い、かつレンズ42の下の水の全排水を行うことなく、複数枚のウエハに対する連続露光動作を実現することが可能である。

また、上記実施形態では、投影ユニットPUのレンズ42の下方に水を保持するため、周壁32fを有する液体給排ユニット32を用いるものとしたが、

本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、例えば、液体供給ユニット32を用いなくても良い。かかる場合であっても、投影光学系PLのレンズ42とウエハWとの間の距離（ワーキングディスタンス）は、3mm程度となっているので、そのレンズ42とウエハWとの間に水が表面張力により保持されるからである。また、この場合、例えば前述した特許文献1に開示されるような、液体供給機構、液体回収機構と同様の機構を設けても良い。このようにしても、前述した補助プレートが存在により、ウエハエッジ部の露光の際など、投影ユニットPUがウエハW上から外れても、上記特許文献1などと異なり、レンズ42下からの水の漏出を防止することができる。この場合、ウエハステージWSTの停止中は、給水、排水を停止しても良い。この場合には、液浸法によって、高解像度の露光（又は空気中に比べて広い焦点深度での露光）が行われる。従って、ウエハに精度良くパターンを転写することができる。

但し、上記実施形態のように液体給排ユニット32のような、ノズル部とレンズ42の囲い（周壁32f）とが一体化したユニットを用いると、それらの交換を一度にでき、メンテナンスが簡略化される。

なお、上記実施形態では、給水用、排水用のバルブと、液体給排ユニット32のノズル部とが配管を介して直接接続されているものとしたが、これらの配管としてフレキシブルチューブを用い、更にバルブ及び工場配管につながるチューブをバネを介して露光装置の本体及び投影ユニットPUと機械的に分離し、振動が伝わらないようにすることが望ましい。このようにすることで、バルブ開閉に伴う振動や水撃が伝達し、投影ユニットPUや露光装置の本体に影響を及ぼして各種誤差の原因となることを防ぐことができる。

また、上記実施形態の露光装置100において、多重露光、例えば二重露光を行う場合に、投影ユニットPU（投影光学系PLのレンズ42）とウエハWとの間に液体を満たした状態で第1パターンをウエハW上の複数の区画領域（ショット領域）にステップ・アンド・スキャン方式で転写した後、レンズ4

2とウエハWとの間に液体を保持したまま、第2パターンをウエハW上の前記複数のショット領域に転写することとしても良い。この場合、レチクルステージRSTとして、例えば特開平2-166717号公報などに開示される、レチクルを2枚保持可能ないわゆるダブルレチクルホルダ方式のステージを用いることが好ましい。このようにすると、第1パターンと第2パターンとの間で、レチクルアライメント及びウエハアライメントが不要なため、第1パターンの露光と第2パターンの露光との間で投影ユニットPU（投影光学系PLのレンズ42）とウエハWとの間に液体を満たした状態で支障なく二重露光が可能となる。この場合、液浸法を利用した多重露光が適用され、高解像度かつ実質的に焦点深度を大きくした高精度な露光が行われる。この場合、第2パターンの転写が開始される時点では、レンズ42とウエハWとの間に液体が保持されているので、その第2パターンの転写を液体の供給を待つことなく開始することが可能である。

なお、上記実施形態において、投影ユニットPU（投影光学系PLのレンズ42）と基準マーク板FMとの間に、水を満たした状態で、レチクルアライメントを行うようにしても良い。

また、上記実施形態では、調整装置としての主制御装置20が、温度センサ38A、38Bの計測結果（投影光学系PL（レンズ42）とウエハWとの間の水の温度情報の実測値）に基づいて、ウエハW上の照明光ILの照射領域内の収差、例えばベストフォーカス位置の変化に対応する温度変化係数を求めるものとしたが、この代わりに、主制御装置20は、投影光学系PL（レンズ42）とウエハWとの間の水の温度情報の予測値に基づいて、上記温度変化係数を求めることとしても良い。この場合、メモリ21内に、予め計測したレチクルRの透過率、ウエハWの反射率の情報を記憶しておき、露光の際には、インテグレータセンサ14の出力とレチクルRの透過率とウエハWの反射率とを用いて所定の演算を行って、ウエハの熱吸収量を求め、この求めた熱吸収量



と、給水、排水とスキャン動作によるレンズ４２下の水の流れの情報（流量や流速）とに基づいて、照射領域における水の温度上昇（温度分布）を予測する。そして、主制御装置２０は、その予測結果に基づいて上記実施形態と同様にして、上記の温度変化係数を求めることとすることができる。勿論、温度変化係数を求めるに際して、主制御装置２０は、投影光学系ＰＬ（レンズ４２）とウエハＷとの間の水の温度情報の実測値と、上記インテグレートセンサ１４の出力などに基づく予測値とを同時に用いても良い。

また、上記実施形態では、主制御装置２０は、温度変化係数と、圧力変化係数とを求め、それらの係数とともにパラメータとして含む式などに基づいて、照射領域内のベストフォーカス位置を求めるものとした。しかし、これに限らず、温度変化係数と、圧力変化係数の一方のみを求め、他方の変化係数を零として、前述の式を用いて、照射領域内のベストフォーカス位置を求めることとしても良い。この場合、温度変化係数、圧力変化係数などをパラメータとして含まない、例えば前述の照射領域における水の温度分布又は圧力分布から直接にベストフォーカス位置を求める式を用いても良い。

また、上記実施形態では、主制御装置２０は、上記のようにして求めた照射領域内の走査方向の一 endpoint、他 endpoint のベストフォーカス位置に基づいて、露光条件として、焦点位置検出系のオフセットを調整してウエハＷのフォーカス・レベリングを行う場合について説明したが、これに限らず、求めた照射領域内の走査方向の一 endpoint、他 endpoint のベストフォーカス位置に基づいて、レチクルＲのパターン面を調整しても良いし、結像特性補正コントローラ８１を介して投影光学系ＰＬの像面傾斜そのものを、露光条件として調整しても良い。像面傾斜が補正しきれなかった場合、その補正後の像面の状態に基づいて、前述した実施形態で説明した焦点位置検出系のオフセット調整及びウエハＷのフォーカス・レベリング制御を行っても良い。

また水の温度変化（温度分布）が、焦点検出系（９０ａ，９０ｂ）の計測に

影響を与えると予想される場合には、水の温度変化（温度分布）に起因する計測誤差を考慮して、フォーカス・レベリング制御を行うようにしても良いし、温度センサ38A、38Bの出力に基づいて焦点検出系（90a、90b）の検出結果を補正して、補正後の検出結果に基づいてフォーカス・レベリング制御を行うようにしても良い。

またさらに、上述の実施形態においては、水の圧力変化（圧力分布）を予めシミュレーションや実験で求めておき、その結果に基づいて、Z・チルトステージ30の移動を制御するようにしているが、例えば液体給排ユニットに圧力センサを取り付けておき、水の圧力を測定して、その結果に基づいてZ・チルトステージ30の移動を制御するようにしても良い。

また上述の実施形態においては、水の流れに起因する水の圧力変化に着目しているが、水の流れがない場合（液体給排ユニットによる水の供給、回収を行わない場合など）の水の圧力を考慮して、ウエハステージWSTの移動制御や結像動作の補正などを行うようにしてもよい。

また上述の実施形態においては、水の温度変化や圧力変化によってフォーカス・レベリング制御誤差が生じないようにしているが、上述したように、水の温度変化や圧力変化によって、ウエハW上の照射領域内に投影されるパターンの像の各種収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率など）の変動が生じる場合には、水の温度変化（温度情報）や圧力変化（圧力情報）に基づいて、投影光学系PLの調整や照明光ILの波長調整あるいは、レチクルRを動かすなどして補正を行うようにすれば良い。

ところで、ウエハ上のレジストの種類によっては、レジストの成分が水に溶け出し、像形成に悪影響を及ぼすことが考えられる。このような場合には、前のショット領域の露光の際のレジスト溶解物質が次のショット領域のパターン像の形成に与える影響を低減することが必要である。このような観点でなされたのが、次の第2の実施形態である。

## 《第2の実施形態》

次に、本発明の第2の実施形態を図11A～図11Fに基づいて説明する。ここで、前述した第1の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともにその説明を簡略にし、若しくは省略するものとする。この第2の実施形態の露光装置では、主制御装置20による液体給排ユニット32を介した水の給排水の方法が、前述の第1の実施形態と異なるのみで、露光装置の構成などは、同様になっている。従って、以下では重複説明を避ける観点から相違点を中心として説明する。

本第2の実施形態の露光装置では、ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作以外の動作、具体的にはウエハ交換時、所定の準備作業（レチクルアライメント、アライメント検出系のベースライン計測、ウエハアライメント）を行うときには、ウエハW上への給水及びこれに伴う水の回収（排水）は一切行われない点を除き、前述の第1実施形態と同様にして、ウエハ交換、所定の準備作業が行われる。

従って、以下では、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハ上の複数のショット領域にレチクルパターンを転写する際の動作、特に、ショット領域に対する走査露光時の動作、及びショット間ステッピング時の動作について説明する。

なお、前提として、図6の液体供給装置72、液体回収装置74、真空排気装置76は、作動が開始されており、バルブ群62a、バルブ群62bのバルブは全て全閉状態、バルブ62cは全閉状態、バルブ群62dの各バルブ、62eは所定開度で開放されているものとする。

図11A～図11Fには、第2の実施形態に係る露光装置における1つのショット領域に対する露光のためのウエハステージWSTの走査時の給排水動作の流れが示されている。以下、これらの図に基づいて第2の実施形態における給排水方法につき説明する。

図 1 1 A には、ウエハ W 上のショット領域 S A の露光のため、主制御装置 2 0 の指示の下、ステージ制御装置 1 9 によりウエハステージ W S T が駆動される（このときレチクルステージ R S T は逆向きに投影倍率に応じた速度で駆動される）ことにより、露光対象のショット領域 S A が投影ユニット P U の投影領域（レチクル R 及び投影光学系 P L を介して照明光 I L が照射されるウエハ W 上の照射領域）I A に近づいてきた状態が示されている。主制御装置 2 0 は、ウエハステージ W S T の移動中に、その移動方向（走査方向）に関して投影ユニット P U の後側の供給管 5 8 を介してウエハ W 上に水が供給されるように、給水側のバルブ群 6 2 a を構成する各バルブの開度調整を行う。この図 1 1 A において、グレー領域（W T R）は、ウエハ W 表面において水に覆われた領域を示す。なお、この状態では前述の如く、排水側（回収側）のバルブ群 6 2 b を構成する各バルブは全閉状態に設定されている。

そして、ウエハステージ W S T の走査方向への移動と、水の供給が続けられ、図 1 1 B に示されるように、水に覆われた領域（W T R）は、ウエハステージ W S T（ウエハ W）の移動とともに広がる。この図 1 1 B の状態が露光対象のショット領域 S A に対する露光開始直前の状態である。

そして、ショット領域 S A が露光領域に達した時点で前述と同様に露光が行われる。

この露光の間は、図 1 1 C に示されるように、ショット領域 S A の投影領域 I A を通過する部分は、常に水に覆われた状態となっている。

主制御装置 2 0 は、図 1 1 C の時点（又はそれより以前から）、露光が終了した部分を覆っている水を回収するように、排水用のバルブ群 6 2 b を構成する各バルブの開度調整を行う。この場合、給水のために開状態とされたバルブ群 6 2 a を構成するバルブと、投影ユニット P U に関し、ほぼ対称な位置に設けられたバルブ群 6 2 b を構成するバルブが開放される。

そして、図 1 1 D に示されるように、投影領域 I A を通過するショット領域

S Aに対する露光を行うとともに、露光の終了した部分を覆う水を回収しながら、ウエハステージW S Tが、ステージ制御装置 1 9により駆動され、図 1 1 Eに示されるように、ショット領域 S Aに対する露光が終了する。

このようにして露光が終了すると同時に、主制御装置 2 0により、給水用のバルブ群 6 2 a を構成する各バルブが全閉される。そして、図 1 1 Fに示されるように、ウエハW上の水がすべて排水された段階で、主制御装置 2 0により、バルブ群 6 2 b を構成する各バルブが全閉される。

以上のようにして、1つのショット領域 S Aに対する露光動作、及びこれに同期して行われる水の供給、回収動作、すなわち給排水動作が終了する。

そして、主制御装置 2 0の指示の下、ステージ制御装置 1 9により前述の第 1の実施形態の場合と同様に、ウエハステージW S Tのショット間ステッピング動作が行われる。但し、このショット間ステッピング動作時には、ウエハW上への給水は一切行われない。

そして、次のショット領域に対して、上記と同様の走査露光（レチクルパターンの転写）、及びこれに同期したウエハW上への給排水動作が行われる。この場合は、ウエハWの移動方向及びウエハ上に供給される水の流れる方向は、図 1 1 A～図 1 1 Eの場合と逆になるように、主制御装置 2 0によって各部が制御される。

このようにして、ウエハW上のショット領域の走査露光とショット領域間のステッピング動作とが繰り返し行われ、ウエハW上の複数の区画領域としてのショット領域にレチクルRの回路パターンが順次転写される。

以上説明したように、本第 2の実施形態の露光装置によると、前述の供給機構による投影ユニット P U（投影光学系 P Lのレンズ 4 2）とウエハステージ W S T上のウエハWとの間を含む周壁 3 2 fの内部への水の供給及び前述の回収機構による水の回収が、ウエハW上の各ショット領域に対する露光動作と同期して行われる。このため、ウエハW上の露光対象のショット領域に対して走

査露光方式でパターンを転写する際に、そのショット領域が投影光学系PLを介した照明光ILの照射領域IAを通過する間は、レンズ42とウエハWとの間に所定量の水（この水は常時入れ替えられる）を満たすことができ、液浸法によって、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。この一方、露光対象のショット領域が照射領域IAを通過する間、あるいはこれに加えて通過後の僅かの間以外は、水がウエハW上に存在しない状態とすることができる。すなわち、ウエハW上の複数のショット領域を順次露光する際に、ショット領域の露光の都度、投影光学系PLのレンズ42とウエハWとの間に水の供給とその水の全回収とが繰り返し行われるので、ウエハW上の感光剤（レジスト）の成分が水中に溶け出すことに起因する、照明光ILの透過率の低下や像形成に対する悪影響などを抑制することができる。

また、本第2の実施形態の露光装置では、供給機構は、照射領域IAの周囲に複数の供給口36を有し、水の供給に用いる供給口36をウエハWの走査方向（移動方向）に応じて切り換えている。具体的には、各ショット領域の露光の度に、ウエハWの走査方向の後方側からの供給機構による水の供給が行われ、これに応じて走査方向の前方側での回収機構による水の全回収が行われている。このため、走査方向によらず、いずれのショット領域の露光の際にも、液浸法が適用される。

また、前述の供給機構によりウエハWの走査方向の後方側から周壁32fの内部に供給された水は、投影ユニットPUに関して走査方向の前方で前述の回収機構により回収される。この場合、供給された水は、ウエハWの走査方向に沿ってレンズ42とウエハWとの間を流れる。そのため、ウエハW上に異物が付着している場合には、その異物が水の流れにより除去される。

また、本第2の実施形態においても、供給された水の中に混入した気泡は、前述の第1の実施形態と同様に、前述の気泡回収機構により投影ユニットPUに関してウエハの走査方向の後方で回収される。この場合において、ウエハW

の走査方向が切り替えられれば、これに応じて気泡の回収に用いられる気泡回収機構が切り替えられる。

また、本第2の実施形態の露光装置では、パターンの転写に際し、ウエハステージの走査方向の移動によって露光対象のショット領域の後端が照射領域I Aから出た時点で、供給機構による水の供給が停止される。このため、バルブの駆動や、それに伴う水撃で振動が発生し、それが投影ユニットPUに伝達して投影光学系PLの結像性能劣化が生じるのを効果的に抑制することができる。また、水の供給を極力少なくして、水の回収時間を短縮できる。

また、本第2の実施形態の露光装置では、露光対象のショット領域に対するパターンの転写後、次のショット領域に対するパターンの転写に先立って行われるウエハステージWSTのショット間ステッピング動作の開始前に回収機構による水の回収が完了している。このため、ウエハW上の感光剤（レジスト）の成分が水中に溶け出し、次のショット領域の露光に悪影響を与えるおそれがない。また、ステッピング方向の給水、回収機構を省くことができる。

なお、上記第2の実施形態では、図11Aに示される露光対象のショット領域の走査方向の前端が供給位置に到達した時点（又はその直前で）、供給機構による水の供給が開始されるものとしたが、これに限らず、露光対象のショット領域に対するパターンの転写と前のショット領域に対するパターンの転写との間のウエハステージWSTのショット間ステッピング動作の終了後、次のショット領域の露光のためのウエハステージWSTの移動開始後、露光対象のショット領域の走査方向の前端が供給位置に到達するまでのいずれかの時点で供給機構による水の供給が開始されることとしても良い。この場合、供給機構により投影ユニットPU（投影光学系PLのレンズ42）とウエハステージWST上のウエハWとの間を含む周壁32fの内部にウエハWの移動方向（走査方向）の後方側から水が供給され、ウエハWを移動させる際にレンズ42とウエハWとの間に水が満たされる。この場合、ウエハW上の露光対象のショット領域S

Aがレンズ42の下方に移動する際には、そのショット領域SA上方にはレンズ42の下方に到達する前に確実に水が供給される。すなわち、ウエハWを走査方向に移動させる際に、レンズ42とウエハW表面との間は水により満たされる。従って、そのショット領域SAを露光対象領域として露光（レチクルRのパターンのウエハW上への転写）を行うことにより、前述の液浸法が適用されて、高解像度かつ空気中に比べて広い焦点深度での露光が行われる。

なお、上記第2の実施形態において、例えば図12に示されるように、液体給排ユニット32の下端部に、非走査方向に関して離間した複数の供給口36（パターンの投影領域（照射領域）IAの非走査方向の範囲内に対応するもの）の非走査方向の両側の位置に、走査方向に平行に延びる複数の仕切り87a、87bを設けても良い。この場合、供給口36が各1つ配置された仕切り87a、87bで仕切られた各領域内に供給口36に対応して回収管52が各1本配置されるようにする。そして、主制御装置20が、前述の供給機構による水の供給に用いられる供給口36を、露光対象のショット領域のウエハ上の位置に応じて切り替え、これに応じて水の回収に用いられる回収管52を切り替えることとしても良い。この場合、供給口36及び回収管52の切り替えは、前述のバルブ群62a、62bの各バルブの選択的開閉によって実現される。

通常、ウエハW上の周辺部には、その一部が欠けたいわゆる欠けショットが複数存在し、そのような欠けショットの中には、図12中のショット領域SA<sub>n</sub>のように非走査方向のサイズが他のショット領域（ウエハW上の内部のショット領域）に比べて短いものがある。この欠けショットSA<sub>n</sub>のウエハW上の位置及びショット形状（サイズを含む）は既知であるから、その欠けショットSA<sub>n</sub>を露光する際には、主制御装置20は、例えば図12中に●で示される供給口36Qから水が供給され、●で示される回収管52Qによって水が回収されるように、バルブ群62a、62bの各バルブの開閉制御を行えば良い。このようにすると、ショット領域SA<sub>n</sub>の欠けた部分においては給排水が行わ



れない。従って、露光対象のショット領域以外のウエハW上の部分の水を露光前に全て排水しておくことにより、結果としてウエハホルダ70の補助プレート22a~22dを大きくすることができない場合であっても、欠けショットに対する露光の際に、漏水が発生するのが極力抑制されることとなる。

この場合において、水の供給に用いられる供給口36、回収管52は、ウエハWの走査方向に応じて切り替えられることは勿論である。

また、主制御装置20は、前述の供給機構による水の供給に用いられる供給口36を、露光対象のショット領域のウエハ上の位置でなく、ショット領域の非走査方向のサイズに応じて切り替え、これに応じて水の回収に用いられる回収管52を切り替えることとしても良い。かかる場合には、同一又は異なるウエハ上に、異なるサイズのパターンを転写する場合であっても、対応が可能となる。

また、上記第2の実施形態では、ウエハW上のショット領域に対する露光終了と同時に給水を停止する場合について説明した(図11E参照)。しかしながら、本発明がこれに限られるものではなく、例えば、図13A~図13Fに示されるようなシーケンスを採用することも可能である。

この場合、図13A~図13Cまでは、前述した図11A~図11Cと同様に処理が行われる。但し、露光対象のショット領域SAの走査方向の後端が照射領域IAから完全に出る前の時点、具体的には、図13Dに示される、ショット領域SAの後端が供給位置(給水位置(給水管58の位置))に到達した時点で、主制御装置20は、バルブ群62aを全閉し、この後は露光終了まで一切の給水を行わないこととしている。このようにすることで、水が供給される範囲が前述した図11A~図11Fの場合と比べ狭いので、排水の終了までの時間を短縮することができる(図13E, 図13F参照)。従って、給排水開始の際の振動が露光精度に与える影響が小さい場合には、効果的にスループットの向上を図ることが可能である。この場合も、ショット領域SAに対するパタ

ーンの転写後、次のショット領域に対するパターンの転写に先立って行われるウエハステージWSTのショット間ステッピング動作の開始前に回収機構による水の回収が完了している（図13F参照）。

なお、液体給排ユニットとしては、上記各実施形態で説明した構成に限らず、種々の構成を採用することが可能である。

例えば、図14Aに示される液体給排ユニット32'のように、気泡回収機構や、全回収用ノズルを設けずに、水を供給する供給機構を構成する末広ノズル部、供給口36及び供給管58、水を回収する回収機構を構成する先細ノズル部、回収管52、及び補助回収機構を構成するスリット32h<sub>3</sub>、32h<sub>4</sub>等を備えるのみでも良い。この場合、レンズ42を中心としてその周囲に先細ノズル部、回収管52を設け、その外側に末広ノズル部、供給口36及び供給管58を配置している。この図14Aに示される液体給排ユニット32'を採用した場合には、例えばウエハが左から右にスキャンして露光する際には、左側の給水管58から供給口36及び末広ノズル部を介して給水が行われ、その給水された水の一部がレンズ42左の先細ノズル部及び回収管52によって排水され、水と一緒に混入した気泡が排出され、気泡がレンズ42の下を通過するのを抑制する。一方、レンズ42の下を通り抜けた水はレンズ42右側の先細ノズル部及び回収管52によって回収される。

この場合において、上述の先細ノズル部、回収管、末広ノズル部、供給口36及び供給管58などは、レンズ42を中心としてその周囲全体に必ずしも設けられている必要なく、例えば、走査方向の一側と他側にそれぞれ各1つ設けられていても良い。この点に関しては、前述した液体給排ユニット32についても同様である。

また、上記各実施形態においては、液体給排ユニットからの水の供給及び回収を別々のノズルを用いて行っていたが、本発明がこれに限られるものではなく、例えば図14Bに示される液体給排ユニット32''のように、水の供給及

び回収を給排水用ノズル52'を介して行うこととしても良い。この場合、ウエハステージWSTが走査される場合には、その走査方向の後方の給排水ノズルから給水し、走査方向の前方に位置する給排水ノズルから水を回収することとすれば良い。この場合、水中に混入した気泡については、液体給排ユニット32"内部のレンズ42の走査方向手前側の天井付近に集まり、走査方向が逆向きになって給水と排水のノズルが切り替わった際に、排水側の給排水ノズルから排出される。

更に、上記各実施形態の露光装置において、投影光学系PLを構成する最もウエハW側に位置するレンズ42に、例えば図15に示されるように、露光に使用しない部分に孔を形成し、その孔を介して、供給機構による液体の供給、又は回収機構による液体の回収あるいは液体中の気泡の回収動作を行うこととしても良い。この図15の場合には、液体の回収がレンズ42に形成された孔を介して行われる。このようにすると、供給機構と回収機構とを投影光学系の外部に全て配置する場合に比べて、省スペース化が可能となる。

なお、上記各実施形態では、液体として超純水(水)を用いるものとしたが、本発明がこれに限定されないことは勿論である。液体としては、化学的に安定で、照明光ILの透過率が高く安全な液体、例えばフッ素系不活性液体を使用しても良い。このフッ素系不活性液体としては、例えばフロリナート(米国スリーエム社の商品名)が使用できる。このフッ素系不活性液体は冷却効果の点でも優れている。また、液体として、照明光ILに対する透過性があるだけでなく屈折率が高く、また、投影光学系やウエハ表面に塗布されているフォトリソストに対して安定なもの(例えばセダー油等)を使用することもできる。

また、上記各実施形態で、回収された液体を再利用するようにしても良く、この場合は回収された液体から不純物を除去するフィルタを液体回収装置、又は回収管等に設けておくことが望ましい。

なお、上記各実施形態では、投影光学系PLの最も像面側の光学素子がレン

ズ42であるものとしたが、その光学素子は、レンズに限られるものではなく、投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレート（平行平板等）であっても良いし、単なるカバーガラスであっても良い。投影光学系PLの最も像面側の光学素子（上記各実施形態ではレンズ42）は、照明光ILの照射によってレジストから発生する飛散粒子又は液体中の不純物の付着等に起因して液体（上記各実施形態では水）に接触してその表面が汚れることがある。このため、その光学素子は、鏡筒40の最下部に着脱（交換）自在に固定することとし、定期的に交換することとしても良い。

このような場合、液体に接触する光学素子がレンズ42であると、その交換部品のコストが高く、かつ交換に要する時間が長くなってしまい、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を招く。そこで、液体と接触する光学素子を、例えばレンズ42よりも安価な平行平板とするようにしても良い。この場合、露光装置の運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、ウエハW上での照明光ILの照度、及び照度分布の均一性等を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体を供給する直前にその平行平板を交換するだけで良く、液体と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点もある。

また、上記各実施形態において、液体（水）を流す範囲はレチクルのパターン像の投影領域（照明光ILの照射領域）の全域を覆うように設定されていれば良く、その大きさは任意で良いが、流速、流量等を制御する上で、照射領域よりも少し大きくしてその範囲をできる限り小さくしておくことが望ましい。

更に、上記各実施形態では、ウエハホルダ70のウエハWが載置される領域の周囲に補助プレート22a～22dが設けられるものとしたが、本発明の中には、露光装置は、補助プレートあるいはそれと同等の機能を有する平板を

必ずしも基板ステージ上に設けなくても良いものもある。但し、この場合には、供給される液体が基板ステージ上から溢れないように、その基板ステージ上に液体を回収する配管を更に設けておくことが望ましい。また、上記各実施形態においては、投影光学系PLとウエハWとの間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、本発明の中には、特開平6-124873号公報に開示されているような露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、特開平10-303114号公報に開示されているようなステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中にウエハを保持する液浸露光装置にも適用可能なものもある。

なお、上記各実施形態では、光源としてArFエキシマレーザを用いるものとしたが、これに限らず、KrFエキシマレーザ（出力波長248nm）などの紫外光源を用いても良い。また、例えば、紫外光として上記各光源から出力されるレーザ光に限らず、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（Er）（又はエルビウムとイッテルビウム（Yb）の両方）がドーピングされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波（例えば、波長193nm）を用いても良い。

また、投影光学系PLは、屈折系に限らず、カタディオプトリック系（反射屈折系）であっても良い。また、その投影倍率も1/4倍、1/5倍などに限らず、1/10倍などであっても良い。

なお、上記各実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されないことは勿論である。すなわちステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置にも本発明は好適に適用できる。この場合、マスク（レチクル）と基板（ウエハ）とをほぼ静止した状態で露光が行われる点を除き、基本的には前述した第1の実施形態と同等の構成を用いることができ、同等の

効果を得ることができる。また、ウエハステージを2基備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。

なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影ユニットPUを露光装置本体に組み込み、更に、投影ユニットPUに液体給排ユニットを取り付ける。その後、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより、上記各実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

また、上記各実施形態では、本発明が半導体製造用の露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子、マイクロマシン、有機EL、DNAチップなどを製造するための露光装置などにも本発明は広く適用できる。

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーピングされた石英ガラス、螢石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。

#### 《デバイス製造方法》

次に上述した露光装置をリソグラフィ工程で利用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図16には、デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートが示され

ている。図16に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ204（ウエハ処理ステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（デバイス組立てステップ）において、ステップ204で処理されたウエハを用いてデバイス組立てを行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作成されたデバイスの動作確認テスト、耐久テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図17には、半導体デバイスにおける、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図17において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打ち込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ2

１５（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ２１６（露光ステップ）において、上で説明したリソグラフィシステム（露光装置）及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ２１７（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ２１８（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ２１９（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップ２１６）において上記実施形態の露光装置が用いられるので、精度良くレチクルのパターンをウエハ上に転写することができる。この結果、高集積度のマイクロデバイスの生産性（歩留まりを含む）を向上させることが可能になる。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の露光装置は、板上にパターンを転写するのに適している。また、本発明のデバイス製造方法は、マイクロデバイスの生産に適している。



## 請 求 の 範 囲

1. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；

前記回収機構で回収できなかった前記液体を回収する補助回収機構と；を備える露光装置。

2. 請求項1に記載の露光装置において、

前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートをも更に備える露光装置。

3. 請求項1に記載の露光装置において、

前記補助回収機構は、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で残留液体を回収することを特徴とする露光装置。

4. 請求項1に記載の露光装置において、

前記補助回収機構は、前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の前方で残留液体を回収することを特徴とする露光装置。

5. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記補助回収機構は、流体を吸引する吸引機構を含むことを特徴とする露光装置。

6. 請求項 5 に記載の露光装置において、

前記吸引機構による吸引によって生じる前記液体周囲の環境変化を抑制する給気機構を更に備える露光装置。

7. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、

前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡の回収の少なくとも一つの動作が行われることを特徴とする露光装置。

8. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作をともに停止する制御装置を更に備える露光装置。

9. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

10. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

1 1. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

1 2. 請求項 1 1 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

1 3. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

1 4. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

1 5. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間を局所的に液体で満たすために、その液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；

前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートと；を備える露光装置。

16. 請求項15に記載の露光装置において、

前記プレートと前記基板との隙間は3mm以下に設定されていることを特徴とする露光装置。

17. 請求項15に記載の露光装置において、

前記基板ステージの位置を計測する干渉計と；

前記投影光学系と前記基板との間の前記液体周辺の空調を行う空調機構と；を更に備える露光装置。

18. 請求項15に記載の露光装置において、

前記供給機構による液体の供給は、前記プレート上で開始されることを特徴とする露光装置。

19. 請求項15に記載の露光装置において、

前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、

前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡の回収の少なくとも一つの動作が行われることを特徴とする露光装置。

20. 請求項15に記載の露光装置において、

前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動

作及び前記回収機構による液体の回収動作をともに停止する制御装置を更に備える露光装置。

2 1. 請求項 1 5 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

2 2. 請求項 1 5 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

2 3. 請求項 1 5 に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

2 4. 請求項 2 3 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

2 5. 請求項 1 5 に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

26. 請求項15に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

27. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記基板ステージの位置を計測する干渉計と；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；

前記投影光学系と前記基板との間の前記液体周辺の空調を行う空調機構と；  
を備える露光装置。

28. 請求項27に記載の露光装置において、

前記空調機構は、流体を吸引する吸引機構を含むことを特徴とする露光装置。

29. 請求項28に記載の露光装置において、

前記吸引機構は、前記回収機構で回収しきれなかった前記液体を回収する役割をも果たすことを特徴とする露光装置。

30. 請求項27に記載の露光装置において、

前記空調機構は、前記液体周辺の空調を局所的に行うことを特徴とする露光装置。

3 1. 請求項 2 7 に記載の露光装置において、

前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、

前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡の回収の少なくとも一つの動作が行われることを特徴とする露光装置。

3 2. 請求項 2 7 に記載の露光装置において、

前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作とともに停止する制御装置を更に備える露光装置。

3 3. 請求項 2 7 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

3 4. 請求項 2 7 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

3 5. 請求項 2 7 に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

3 6. 請求項 3 5 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数

の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも1つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

37. 請求項27に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

38. 請求項27に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

39. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；を備え、

前記投影光学系は、複数の光学素子を含み、該複数の光学素子のうち最も前記基板側に位置する光学素子には、露光に使用しない部分に孔が形成され、

前記孔を介して前記液体の供給、前記液体の回収、及び気泡の回収の少なくとも一つの動作が行われることを特徴とする露光装置。

40. 請求項39に記載の露光装置において、

前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動



作及び前記回収機構による液体の回収動作をともに停止する制御装置を更に備える露光装置。

4 1. 請求項 3 9 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

4 2. 請求項 3 9 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

4 3. 請求項 3 9 に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

4 4. 請求項 4 3 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

4 5. 請求項 3 9 に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

46. 請求項39に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

47. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；を備え、

前記基板ステージが停止しているときは、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作がともに停止されることを特徴とする露光装置。

48. 請求項47に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の前方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

49. 請求項47に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給することを特徴とする露光装置。

50. 請求項47に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービ

ームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

5 1. 請求項 5 0 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも 1 つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

5 2. 請求項 4 7 に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

5 3. 請求項 4 7 に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

5 4. 請求項 4 7 に記載の露光装置において、

前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁を更に備え、

前記供給機構は、前記投影光学系の前記基板側端部が臨む前記周壁の内部に前記液体を供給することを特徴とする露光装置。

5 5. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上の複数の区画領域にそれぞれ転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁と；

前記周壁の内部に前記基板の移動方向の後方側から液体を供給する少なくとも1つの供給機構と；を備える露光装置。

56. 請求項55に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の前方で液体を回収する回収機構を更に備える露光装置。

57. 請求項55に記載の露光装置において、

前記供給機構は、露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域の周囲に複数の供給口を有し、前記液体の供給に用いる供給口を前記基板の移動方向に応じて切り換えることを特徴とする露光装置。

58. 請求項55に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備える露光装置。

59. 請求項58に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記照射領域に関して前記走査方向の一側と他側とにそれぞれ設けられ、

前記液体の供給に用いる供給機構が、前記基板ステージの走査方向に応じて切り換えられることを特徴とする露光装置。

60. 請求項58に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の大きさに応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも1つの供給口から前記液体の供給を行うことを特徴とする露光装置。

61. 請求項55に記載の露光装置において、

前記基板ステージ上の前記基板の載置領域の周囲の少なくとも一部に設けられ、その表面が前記載置領域に載置された基板表面とほぼ同じ高さとなるプレートを更に備える露光装置。

62. 請求項55に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関して前記基板の移動方向の後方で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

63. 請求項55に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

64. エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージ

と；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；を備え、

前記供給機構による液体の供給及び前記回収機構による液体の回収が、前記基板上の各区画領域に対する露光動作と同期して行われることを特徴とする露光装置。

65. 請求項64に記載の露光装置において、

前記各区画領域の露光の度に、前記供給機構による前記液体の供給、及び前記回収機構による前記液体の全回収が行われることを特徴とする露光装置。

66. 請求項65に記載の露光装置において、

前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の前端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の照射領域内に入る前のいずれかの時点で、前記供給機構による前記液体の供給が開始されることを特徴とする露光装置。

67. 請求項66に記載の露光装置において、

前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写と前の区画領域に対するパターンの転写との間の前記基板ステージの区画領域間移動動作の終了後に前記供給機構による前記液体の供給が開始されることを特徴とする露光装置。

68. 請求項66に記載の露光装置において、

前記露光対象の区画領域の前端が供給位置に到達した時点で前記供給機構に

よる前記液体の供給が開始されることを特徴とする露光装置。

69. 請求項65に記載の露光装置において、

前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の後端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上的照射領域から出た時点で、前記供給機構による前記液体の供給が停止されることを特徴とする露光装置。

70. 請求項69に記載の露光装置において、

前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写後、次の区画領域に対するパターンの転写に先立って行われる前記基板ステージの区画領域間移動動作の開始前に前記回収機構による前記液体の回収が完了することを特徴とする露光装置。

71. 請求項65に記載の露光装置において、

前記パターンの転写に際し、前記基板ステージの前記走査方向の移動によって露光対象の区画領域の後端が露光時に前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上的照射領域から完全に出る前の時点で、前記供給機構による前記液体の供給が停止されることを特徴とする露光装置。

72. 請求項71に記載の露光装置において、

前記露光対象の区画領域の後端が供給位置に到達した時点で前記供給機構による前記液体の供給が停止されることを特徴とする露光装置。

73. 請求項71に記載の露光装置において、

前記露光対象の区画領域に対するパターンの転写後、次の区画領域に対するパターンの転写に先立って行われる前記基板ステージの区画領域間移動動作の開始前に前記回収機構による前記液体の回収が完了することを特徴とする露光装置。

74. 請求項64に記載の露光装置において、

前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁を更に備え、

前記供給機構は、前記投影光学系の前記基板側端部が臨む前記周壁の内部に前記液体を供給することを特徴とする露光装置。

75. エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系を構成する最も基板側の光学素子の周囲を少なくとも取り囲みかつ前記基板ステージ上の基板表面との間に所定のクリアランスを隔てた周壁と；

前記周壁の内部に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；を備える露光装置。

76. 請求項75に記載の露光装置において、

前記周壁の内側が負圧状態とされていることを特徴とする露光装置。



77. 請求項75に記載の露光装置において、

前記基板を保持する前記基板ステージの移動中は、前記供給機構による前記液体の供給及び前記回収機構による液体の回収が行われることを特徴とする露光装置。

78. 請求項75に記載の露光装置において、

前記基板を保持する前記基板ステージの停止中は、前記供給機構による液体の供給動作及び前記回収機構による液体の回収動作は行われず、前記周壁の内部に液体が保持された状態が維持されることを特徴とする露光装置。

79. 請求項75に記載の露光装置において、

前記所定のクリアランスは、3mm以下に設定されていることを特徴とする露光装置。

80. エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上的複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上的露光対象の区画領域の位置に応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも1つの供給口から前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に走査方向に沿って液体を供給する供給機構と；を備える露光装置。

81. 請求項80に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記露光対象の区画領域が基板上の周辺部の区画領域である場合、前記非走査方向に関して離間した複数の供給口のうちの一部の供給口のみから前記液体を供給することを特徴とする露光装置。

82. 請求項80に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関し前記走査方向に沿って流れる液体の上流側で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

83. 請求項80に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記液体を供給することを特徴とする露光装置。

84. 請求項80に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

85. エネルギービームによりパターンを照明し、基板を所定の走査方向に移動して前記パターンを投影光学系を介して前記基板上の複数の区画領域に走査露光方式でそれぞれ転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記走査方向に直交する非走査方向に関して離間した複数の供給口を有し、前記基板上の露光対象の区画領域の前記非走査方向の寸法に応じて前記複数の供給口の中から選択した少なくとも一つの供給口から前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に走査方向に沿って液体を供給する供給機構と；を備える露光装置。

86. 請求項85に記載の露光装置において、

前記投影光学系に関し前記走査方向に沿って流れる液体の上流側で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構を更に備える露光装置。

87. 請求項85に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方側から前記液体を供給することを特徴とする露光装置。

88. 請求項85に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

89. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体を供給する供給機構と；

前記液体の流れの前記投影光学系に対する上流側で液中の気泡を回収する少なくとも一つの気泡回収機構と；を備える露光装置。

90. 請求項89に記載の露光装置において、

前記気泡回収機構は、前記液体とともに気泡を排出することを特徴とする露光装置。

9 1. 請求項 8 9 に記載の露光装置において、

前記気泡回収機構は、複数設けられ、

前記気泡の回収に用いられる気泡回収機構が、前記基板の移動方向に応じて切り換えられることを特徴とする露光装置。

9 2. 請求項 8 9 に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報の実測値及び予測値の少なくとも一方に基づいて露光条件の調整を行う調整装置を更に備える露光装置。

9 3. 請求項 8 9 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向に沿って前記液体を流すことを特徴とする露光装置。

9 4. 請求項 9 3 に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方から前記液体を流すことを特徴とする露光装置。

9 5. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージと；

前記基板ステージ上の前記基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む所定の空間領域に液体を供給する供給機構と；

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度情報に基づいて露光条件の調整を行う調整装置と；を備える露光装置。

96. 請求項95に記載の露光装置において、

前記パターンを走査露光方式で前記基板上に転写するため、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系と；

前記投影光学系の前記走査方向の一侧と他側に少なくとも各1つ配置された少なくとも2つの温度センサと；を更に備える露光装置。

97. 請求項96に記載の露光装置において、

前記一侧と他側にそれぞれ配置された少なくとも2つの前記温度センサの検出結果に基づいて、前記パターン及び前記投影光学系を介して前記エネルギービームが照射される前記基板上の領域を前記液体が通過する間に生じるその液体の温度変化を予測する予測装置を更に備える露光装置。

98. 請求項95に記載の露光装置において、

前記パターンの転写のための走査露光時に、前記エネルギービームに対して前記基板ステージを所定の走査方向に駆動する駆動系を更に備え、

前記調整装置は、前記投影光学系と前記基板との間の液体の走査方向の温度分布を考慮して、露光条件を調整することを特徴とする露光装置。

99. 請求項98に記載の露光装置において、

前記調整装置は、前記走査方向の温度分布によって生じる像面傾斜を考慮して、像面と基板表面との位置関係を調整することを特徴とする露光装置。

100. 請求項99に記載の露光装置において、

前記調整装置は、前記走査方向の温度分布によって生じる走査方向の像面傾斜に合わせて前記基板を傾斜させるとともに、その傾斜方向に前記基板を走査することを特徴とする露光装置。

101. 請求項95に記載の露光装置において、

前記供給機構は、基板の移動方向に沿って前記液体を流すことを特徴とする露光装置。

102. 請求項101に記載の露光装置において、

前記供給機構は、前記基板の移動方向の後方から前記液体を流すことを特徴とする露光装置。

103. 請求項95に記載の露光装置において、

前記温度情報は、実測値及び予測値の少なくとも一方を含むことを特徴とする露光装置。

104. 請求項95に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間の液体の温度を検出可能な温度センサを更に備え、該温度センサの検出結果に基づいて前記露光条件の調整を行うことを特徴とする露光装置。

105. 請求項95に記載の露光装置において、

前記温度情報に基づいて、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面との位置関係を調整するためのフォーカス制御が行われることを特徴とする露光装置。

106. 投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で、所定のパターン

を前記投影光学系を介して前記基板上に転写する露光装置であって、

多重露光を行う場合には、第1パターンを前記基板上の区画領域に転写した

後、前記投影光学系と基板との間に前記液体を保持したまま、第2パターンを前記基板上の前記区画領域に転写することを特徴とする露光装置。

107. 投影光学系を介してパターンの像を基板上に投影することによって前記基板を露光する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元平面内で移動する基板ステージと；

前記基板ステージ上の基板と前記投影光学系との間を少なくとも含む空間領域に液体を供給する供給機構と；

前記投影光学系と前記基板との間の圧力情報に基づいて露光条件の調整を行う調整装置と；を備える露光装置。

108. 請求項107に記載の露光装置において、

前記基板は所定の走査方向に移動しながら露光され、

前記投影光学系と前記基板との間の液体は前記走査方向と平行に流れ、

前記調整装置は、前記走査方向の圧力分布に基づいて露光条件の調整を行うことを特徴とする露光装置。

109. 請求項107に記載の露光装置において、

前記基板は、前記液体の流れる方向と同じ方向に移動しながら露光されることを特徴とする露光装置。

110. 請求項107に記載の露光装置において、

前記調整装置は、前記基板の走査速度に応じた露光条件の調整情報に基づいて露光条件の調整を行うことを特徴とする露光装置。

111. 請求項107に記載の露光装置において、

前記調整装置は、前記供給機構による液体の供給量に応じた露光条件の調整情報に基づいて露光条件の調整を行うことを特徴とする露光装置。

112. エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系と前記基板ステージ上の前記基板との間に液体を供給する供給機構と；

前記液体を回収する回収機構と；

前記回収機構で回収できなかった前記基板上的の液体を除去する液体除去機構と；を備える露光装置。

113. 請求項112に記載の露光装置において、

前記液体除去機構は、前記基板上的の液体を回収することを特徴とする露光装置。

114. 請求項112に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間に局所的に液体が保持され、

前記基板ステージは、前記基板ステージに保持された前記基板の周囲に、前記基板表面とほぼ面一の平坦部を備えることを特徴とする露光装置。

115. 請求項114に記載の露光装置において、

前記投影光学系の像面側の気体を排気する排気機構を更に備え、

前記供給機構からの液体供給は、前記排気機構による気体の排気と並行して開始されることを特徴とする露光装置。



116. 請求項112に記載の露光装置において、

前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、  
前記基板ステージの移動を制御する制御装置を更に備える露光装置。

117. 請求項116に記載の露光装置において、

前記制御装置は、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面とをほぼ合致させるように、前記温度情報と前記圧力情報の少なくとも一方に基づいて前記基板ステージの移動を制御することを特徴とする露光装置。

118. 投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して前記基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージと；

前記投影光学系の像面側に液体を供給する供給機構と；

前記投影光学系の投影領域の外側で前記液体を回収する第1回収機構と；

前記投影領域に対して前記第1回収機構よりも外側で前記液体を回収する第2回収機構と；を備える露光装置。

119. 請求項118に記載の露光装置において、

前記基板ステージは、前記基板ステージに保持された前記基板の周囲に、前記基板表面とほぼ面一の平坦部を備えることを特徴とする露光装置。

120. 請求項118に記載の露光装置において、

前記投影領域と前記第2回収機構の回収位置との間に、前記供給機構の供給

位置が配置されていることを特徴とする露光装置。

1 2 1. 請求項 1 1 8 に記載の露光装置において、

前記投影光学系の像面側の気体を排気する排気機構を更に備え、

前記供給機構からの液体供給は、前記排気機構による気体の排気と並行して開始されることを特徴とする露光装置。

1 2 2. 請求項 1 1 8 に記載の露光装置において、

前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、前記基板ステージの移動を制御する制御装置を更に備える露光装置。

1 2 3. 請求項 1 2 2 に記載の露光装置において、

前記制御装置は、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面とをほぼ合致させるように、前記温度情報と前記圧力情報との少なくとも一方に基づいて前記基板ステージの移動を制御することを特徴とする露光装置。

1 2 4. 請求項 1 1 8 に記載の露光装置において、

前記第 2 回収機構は、前記投影領域を取り囲むように配置されていることを特徴とする露光装置。

1 2 5. 投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して 2 次元面内で移動する基板ステージを備え、

前記基板ステージは、前記基板ステージに保持された前記基板の周囲に、前

記基板表面とほぼ面一の平坦部を備えることを特徴とする露光装置。

126. 請求項125に記載の露光装置において、

前記平坦部は複数の部材から構成されることを特徴とする露光装置。

127. 請求項125に記載の露光装置において、

前記基板ステージは、基準マークが形成された基準部材を有し、該基準部材の上面は前記平坦部とほぼ面一であることを特徴とする露光装置。

128. 請求項125に記載の露光装置において、

前記基板の露光動作を行わないときに、前記投影光学系と前記平坦部とを対向させて、前記投影光学系の像面側に液体を保持し続けることを特徴とする露光装置。

129. 請求項125に記載の露光装置において、

前記投影光学系の像面側に保持された液体を回収する回収機構を更に備え、

前記基板ステージに保持された基板の露光完了後に、前記投影光学系と前記平坦部とが対向するように、前記基板ステージを所定位置へ移動させ、その位置で前記回収機構による液体の回収を行い、該液体の回収完了後に、前記露光完了後の基板を前記基板ステージからアンロードすることを特徴とする露光装置。

130. 請求項125に記載の露光装置において、

前記投影光学系の像面側に液体を供給する供給機構と；

前記投影光学系の像面側の気体を排気する排気機構と；を更に備え、

前記供給機構からの液体供給は、前記排気機構による気体の排気と並行して

開始されることを特徴とする露光装置。

131. 請求項125に記載の露光装置において、

前記供給機構からの液体供給は、前記投影光学系と前記平坦部とが対向した状態で開始されることを特徴とする露光装置。

132. 請求項125に記載の露光装置において、

前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、前記基板ステージの移動を制御する制御装置を更に備える露光装置。

133. 請求項132に記載の露光装置において、

前記制御装置は、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面とをほぼ合致させるように、前記温度情報と前記圧力情報との少なくとも一方に基づいて前記基板ステージの移動を制御することを特徴とする露光装置。

134. 投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージを備え、

前記基板ステージは、前記基板ステージに保持される前記基板の表面とほぼ面一の平坦部を有し、

前記基板の露光動作を行わないときに、前記投影光学系と前記平坦部とを対向させて、前記投影光学系の像面側に液体を保持し続けることを特徴とする露光装置。

135. 請求項134に記載の露光装置において、

前記基板ステージへの基板のロードを行うときに、前記投影光学系と前記平坦部との間に液体が保持されていることを特徴とする露光装置。

136. 請求項134に記載の露光装置において、

前記基板ステージからの基板のアンロードを行うときに、前記投影光学系と前記平坦部との間に液体が保持されていることを特徴とする露光装置。

137. 投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に転写する露光装置であって、

前記基板が載置され、該基板を保持して2次元面内で移動する基板ステージを備え、

前記基板ステージは、前記基板ステージに保持される前記基板の表面とほぼ面一の平坦部を有し、

前記基板ステージに保持された基板の露光完了後に、前記基板ステージを所定位置へ移動させて、前記投影光学系の像面側の液体を回収し、

該液体の回収完了後に、前記露光完了後の基板を前記基板ステージからアンロードすることを特徴とする露光装置。

138. 請求項137に記載の露光装置において、

前記所定位置において、前記投影光学系と前記平坦部とが対向することを特徴とする露光装置。

139. 投影光学系の像面側に局所的に液体を保持するとともに、エネルギービームによりパターンを照明し、前記パターンを前記投影光学系と前記液体と

を介して基板上に転写する露光装置であって、

前記投影光学系の像面側に液体を供給する供給機構と；

前記投影光学系の像面側の空間内の気体を排気する排気機構と；を備え、

前記供給機構からの液体供給は、前記排気機構による気体の排気と並行して開始されることを特徴とする露光装置。

140. 請求項139に記載の露光装置において、

前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、前記基板ステージの移動を制御する制御装置を更に備える露光装置。

141. 請求項140に記載の露光装置において、

前記制御装置は、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面とをほぼ合致させるように、前記温度情報と前記圧力情報との少なくとも一方に基づいて前記基板ステージの移動を制御することを特徴とする露光装置。

142. 投影光学系と液体とを介して基板上にエネルギービームを照射し、該基板を露光する露光装置であって、

前記基板を保持して2次元面内で移動可能な基板ステージと；

前記液体の温度情報と前記液体の圧力情報との少なくとも一方に基づいて、前記基板ステージの移動を制御する制御装置と；を備える露光装置。

143. 請求項142に記載の露光装置において、

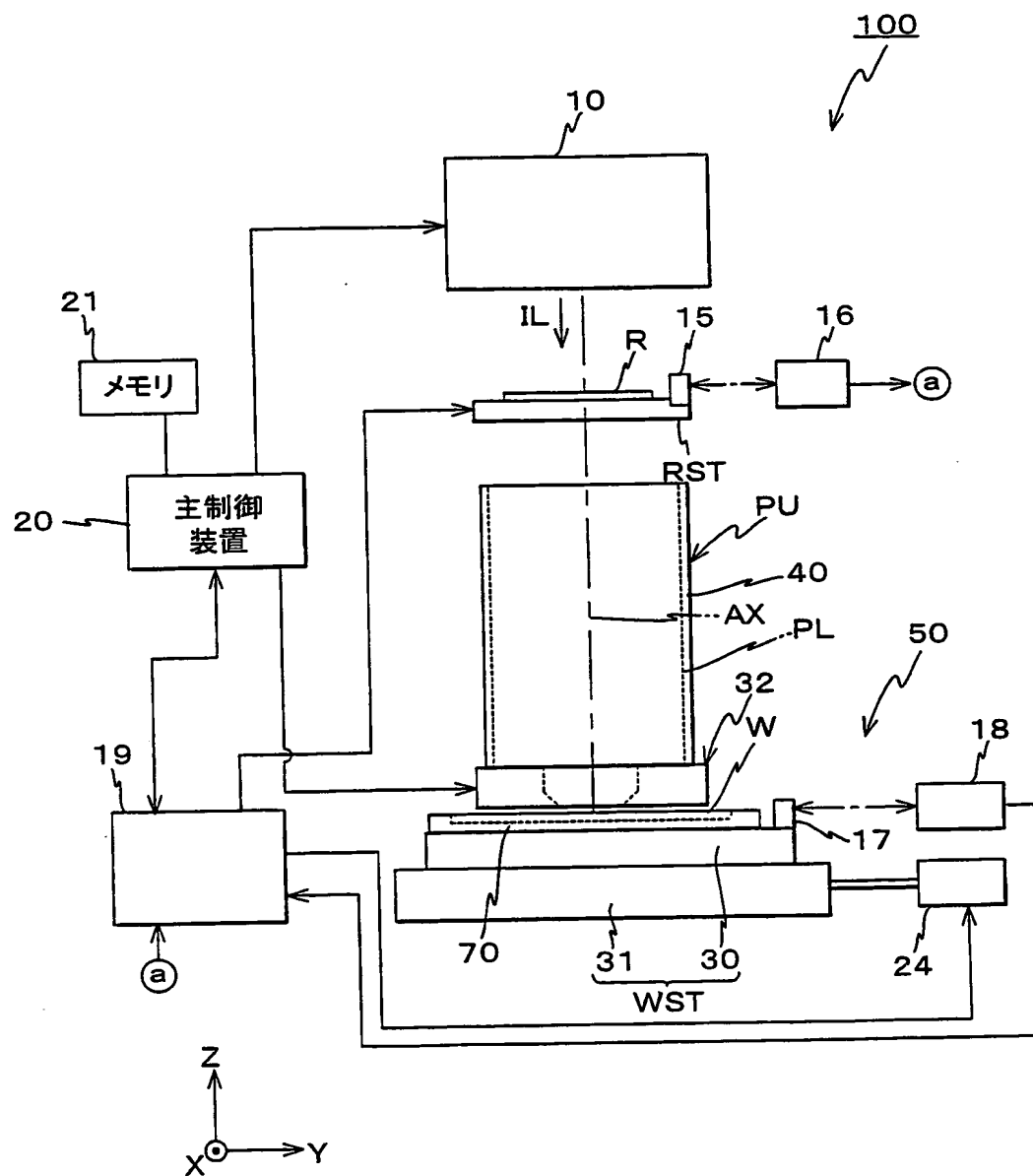
前記制御装置は、前記投影光学系によって形成される像面と前記基板表面とをほぼ合致させるように、前記温度情報と前記圧力情報との少なくとも一方に基づいて前記基板ステージの移動を制御することを特徴とする露光装置。

144. リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、

前記リソグラフィ工程では、請求項1～143のいずれか一項に記載の露光装置を用いて基板上にデバイスパターンを転写することを特徴とするデバイス製造方法。

1 / 17

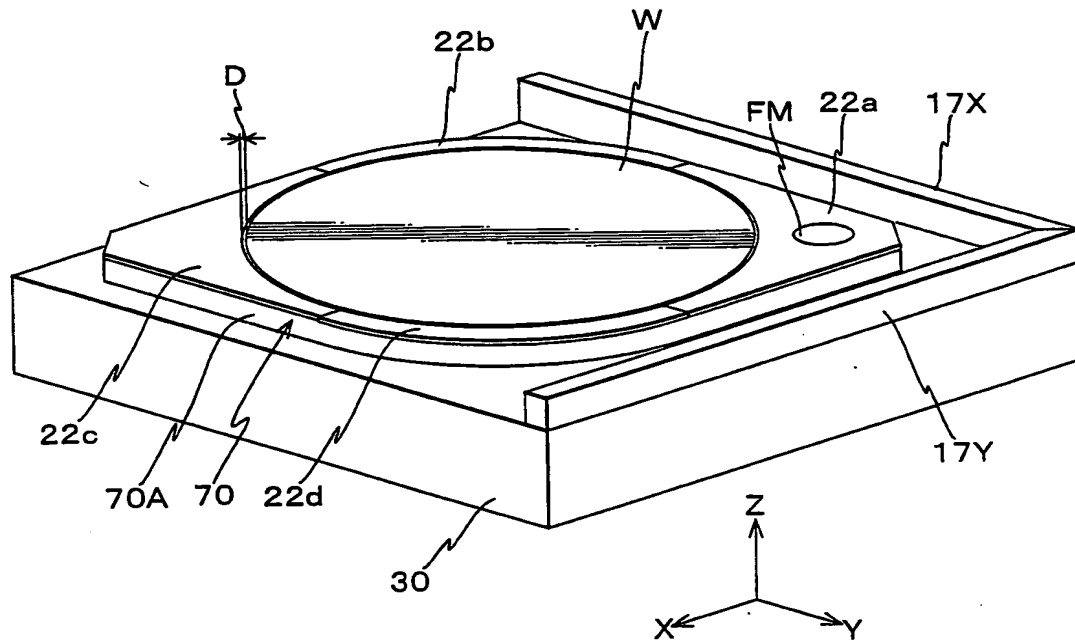
*Fig. 1*





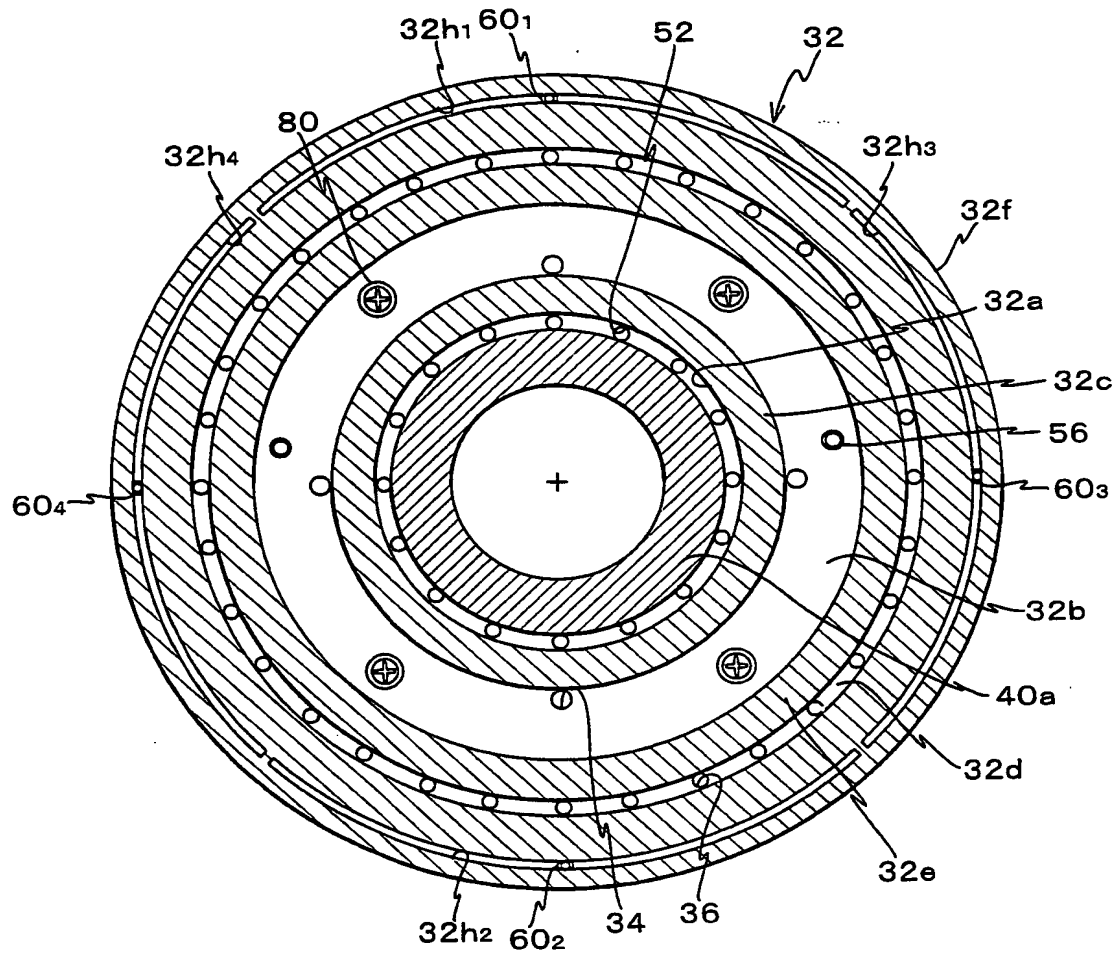
2 / 17

*F i g. 2*





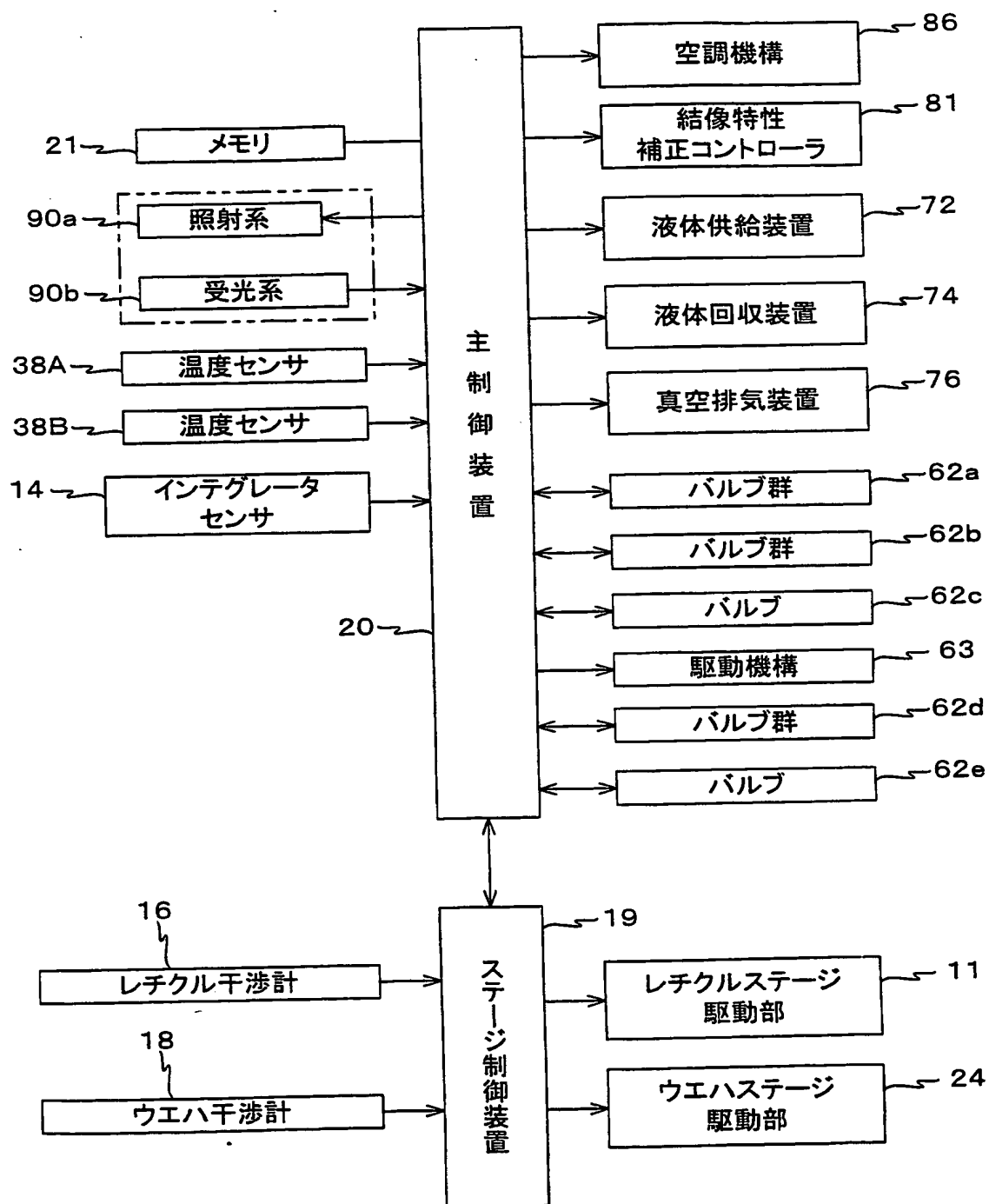
4 / 1 7

*Fig. 4*

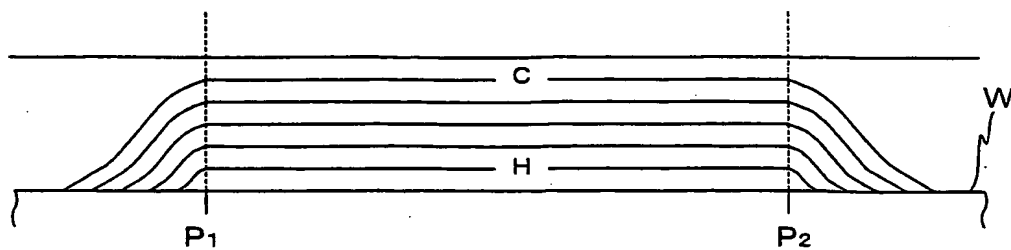
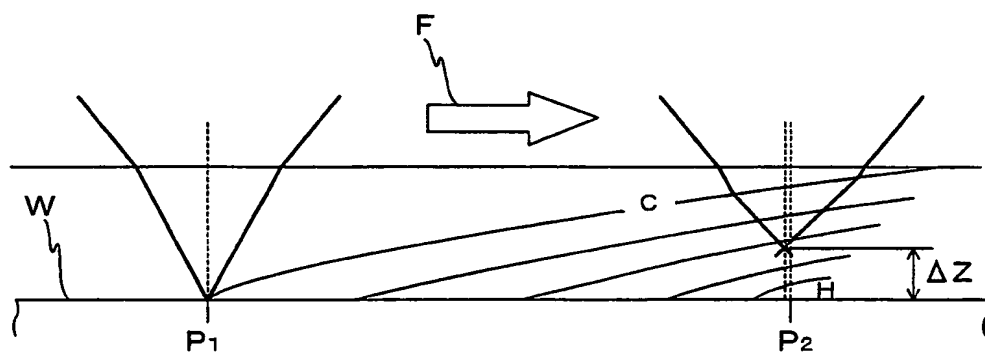


6 / 17

Fig. 6

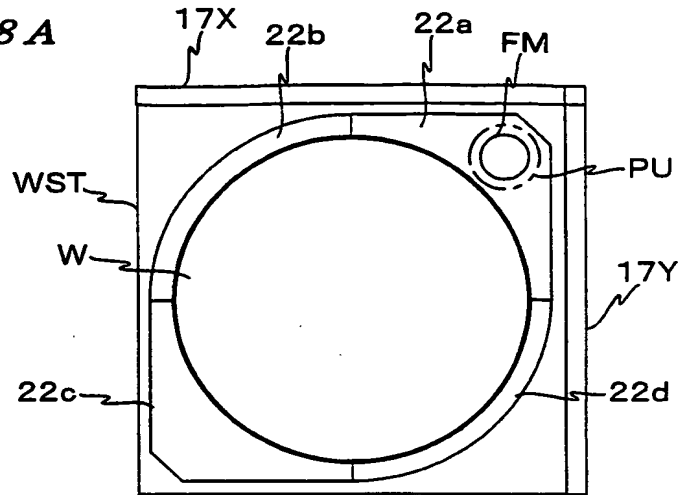


7 / 17

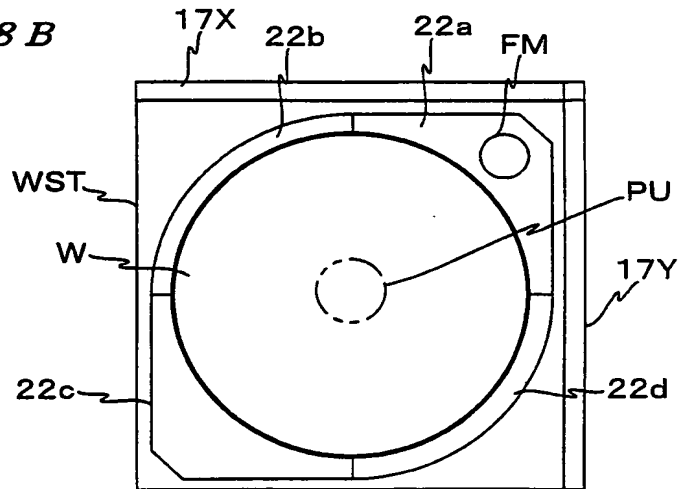
*Fig. 7A**Fig. 7B*

8 / 17

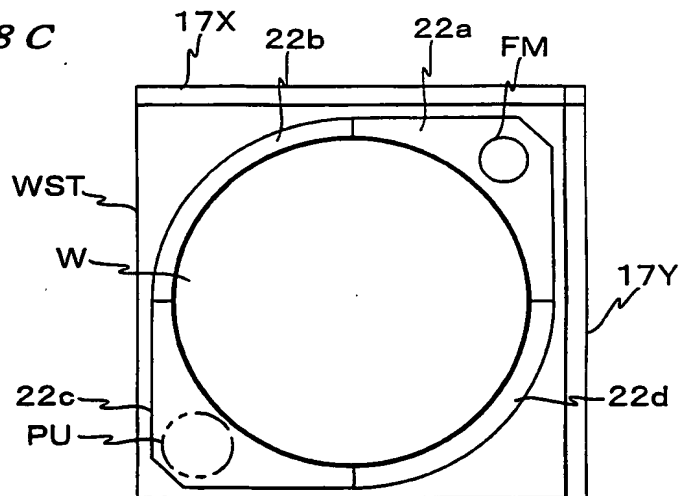
*Fig. 8A*



*Fig. 8B*

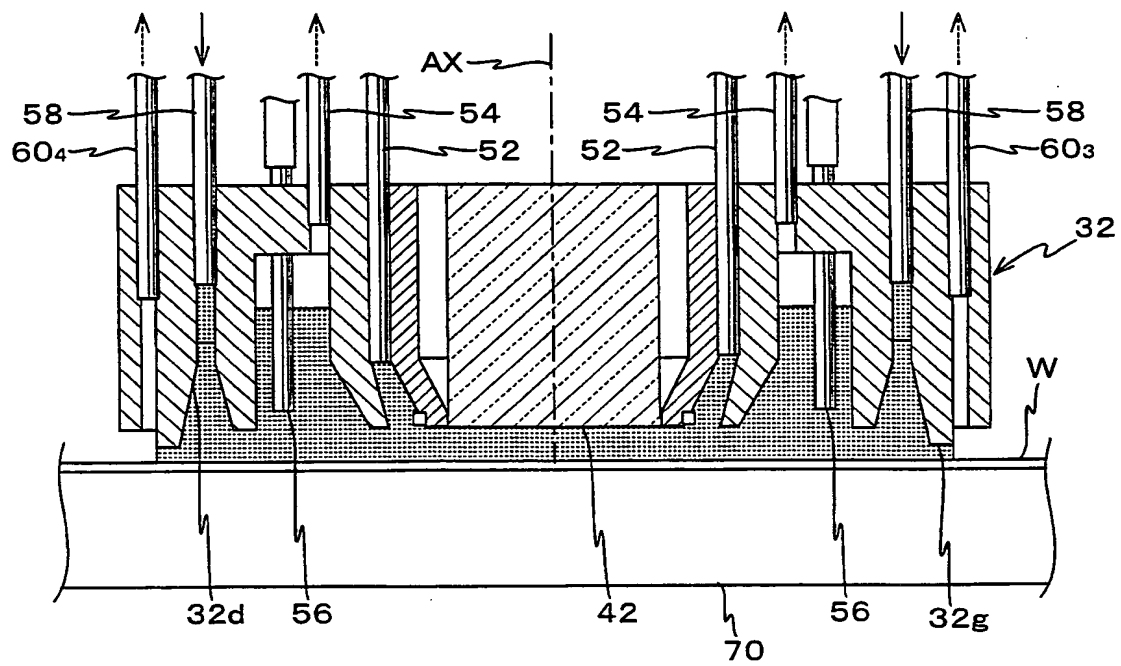


*Fig. 8C*



9 / 17

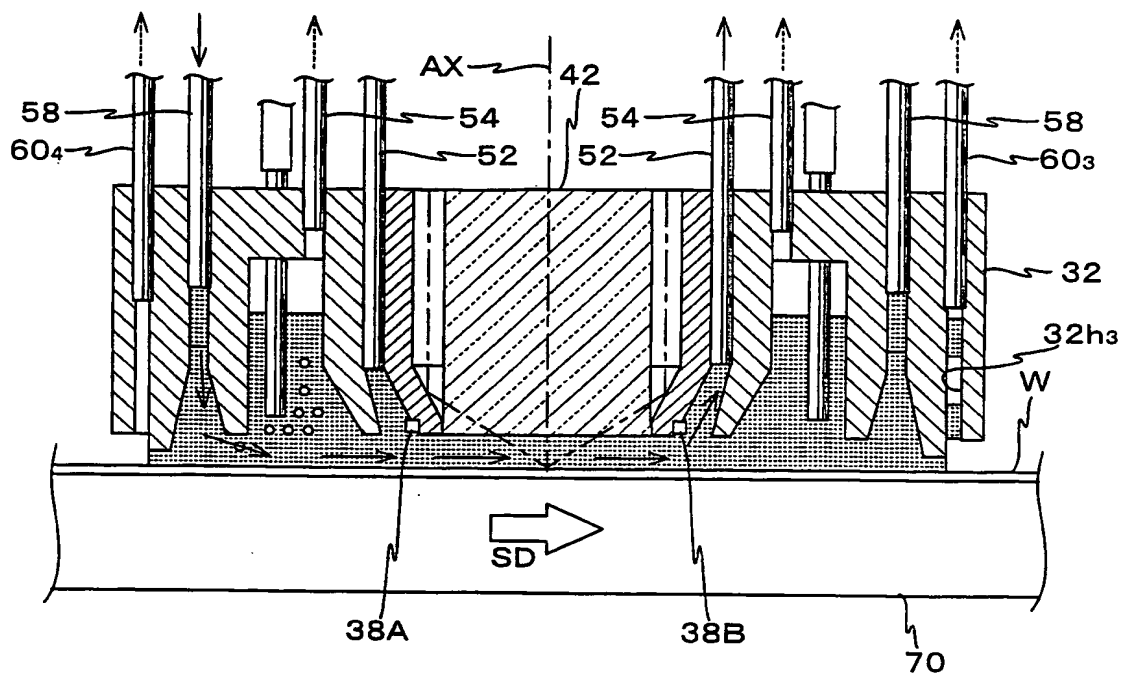
Fig. 9



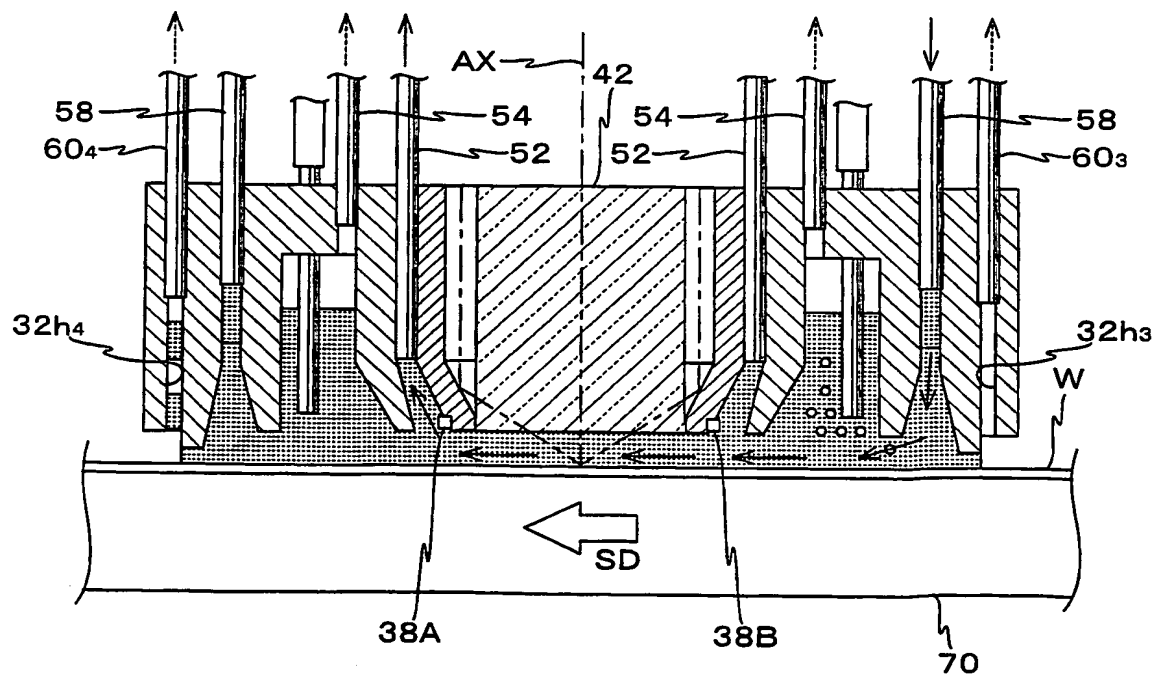


10/17

*Fig. 10A*



*F i g. 10B*



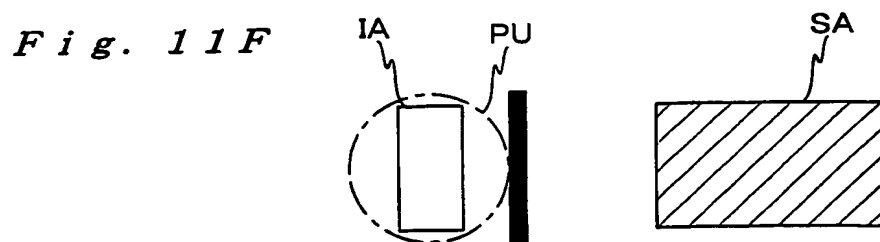
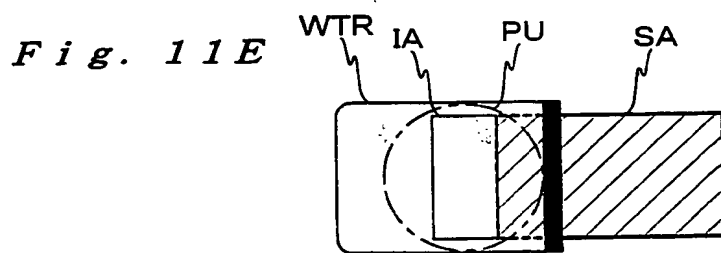
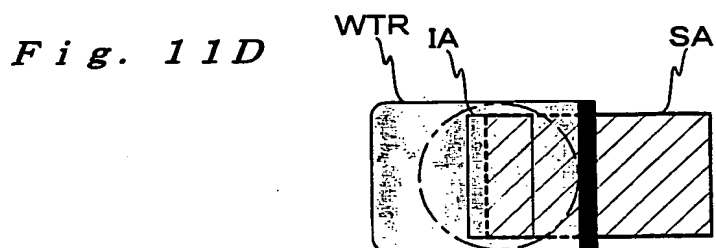
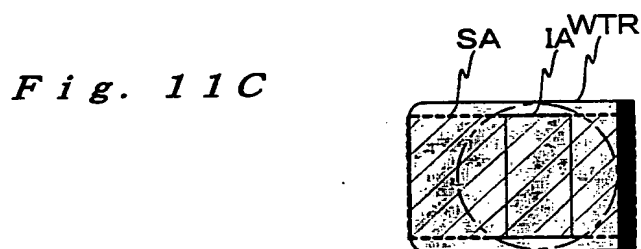
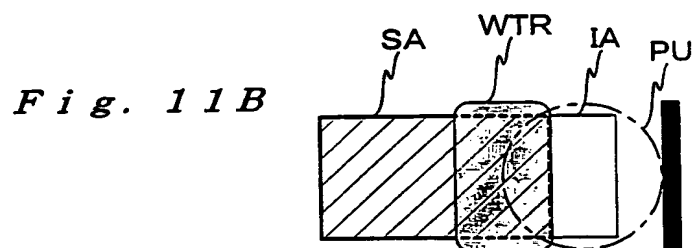
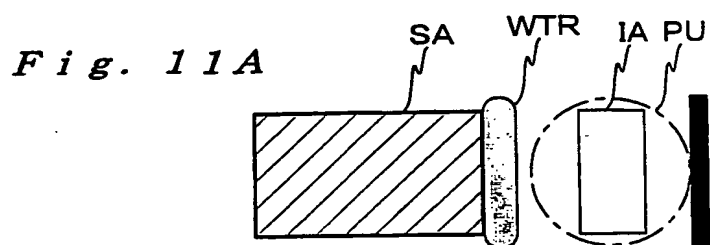
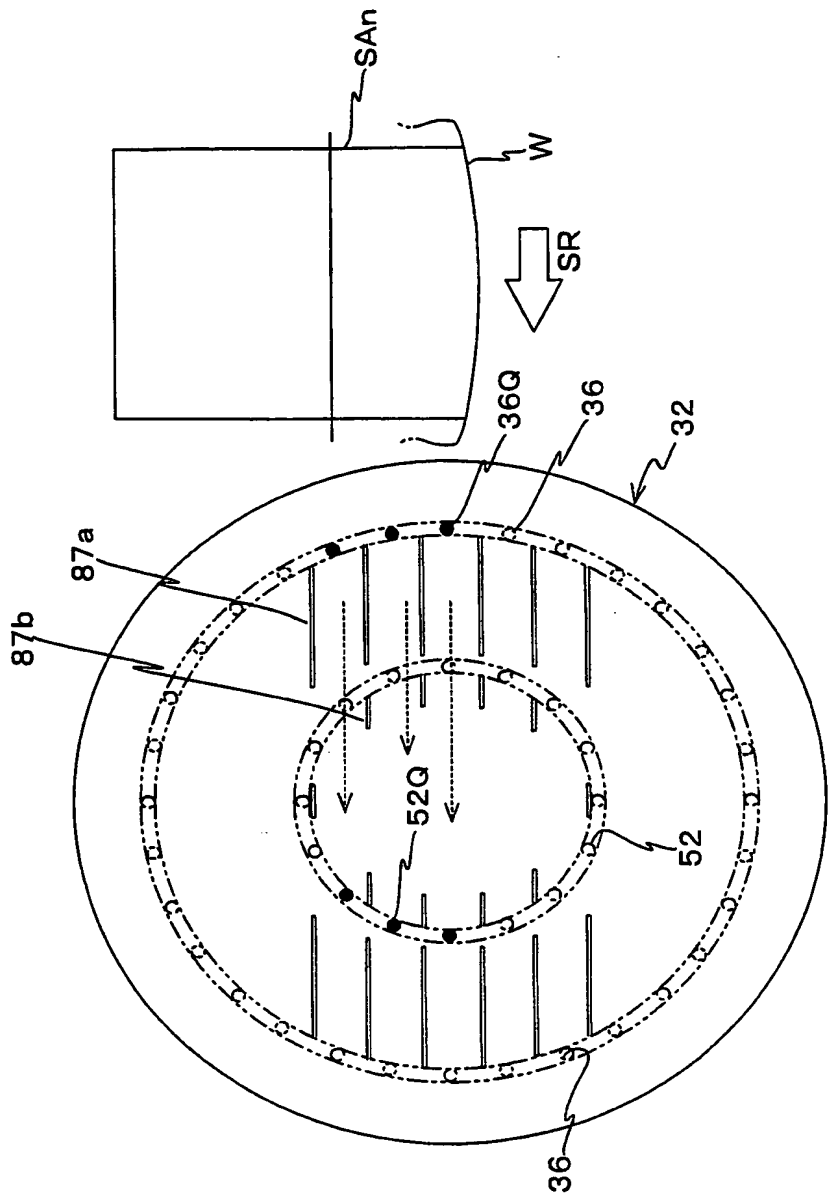
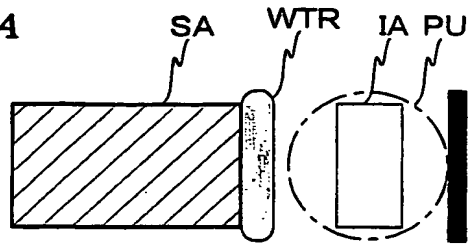


Fig. 12

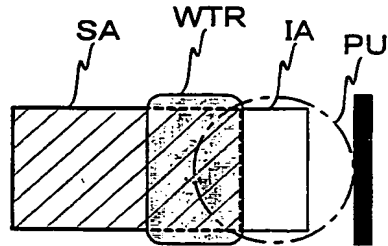


13/17

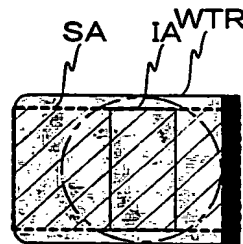
*Fig. 13A*



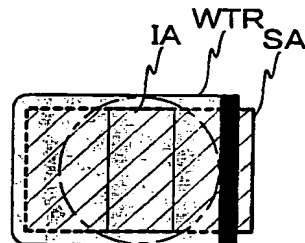
*Fig. 13B*



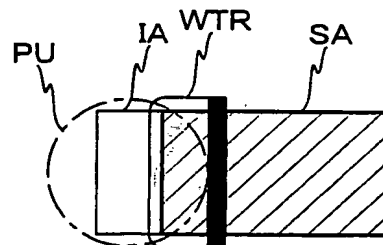
*Fig. 13C*



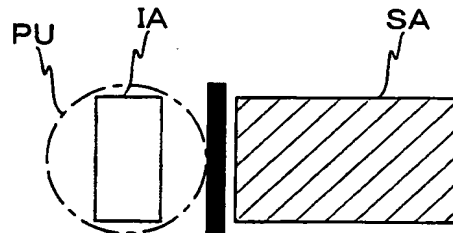
*Fig. 13D*



*Fig. 13E*

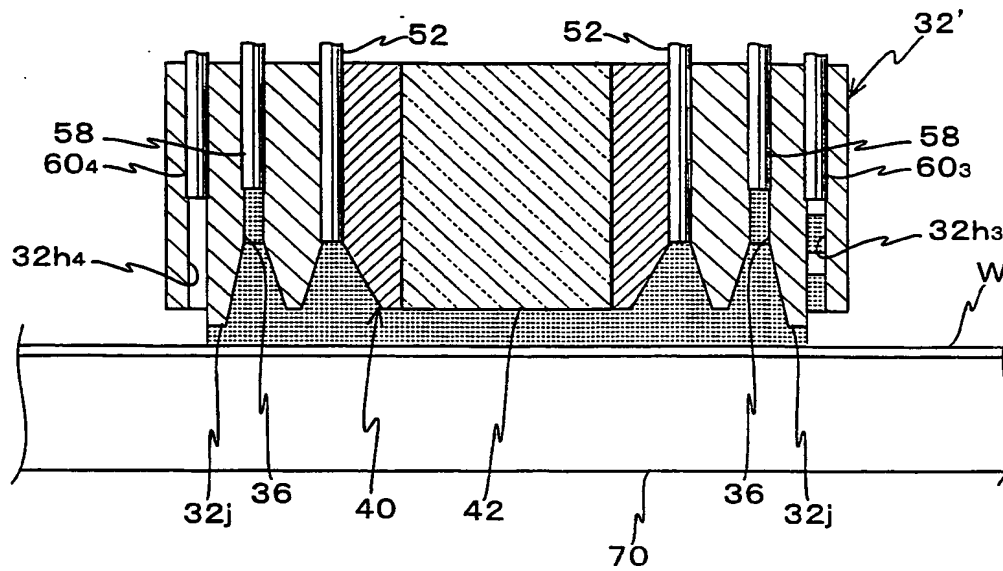


*Fig. 13F*

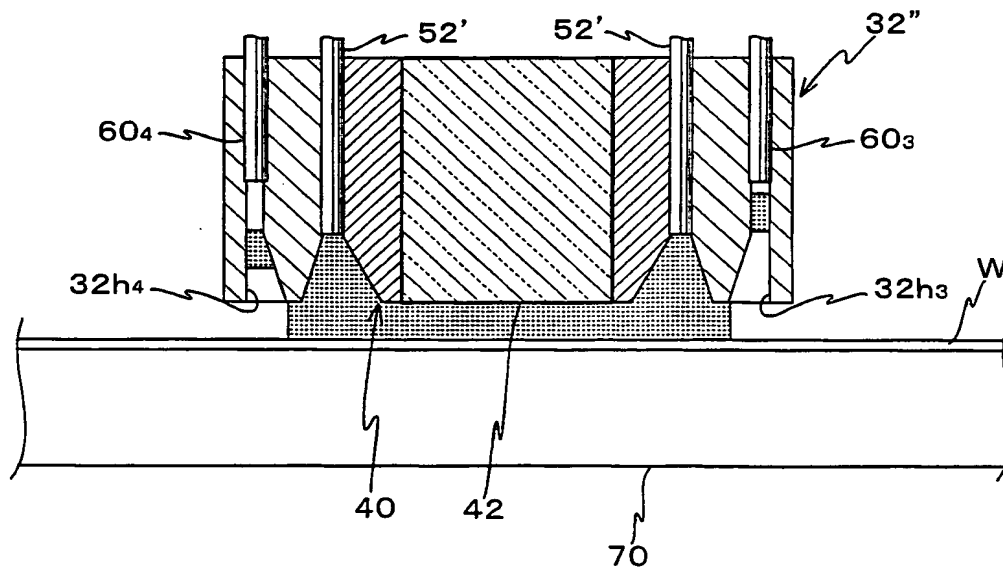


14 / 17

*Fig. 14A*

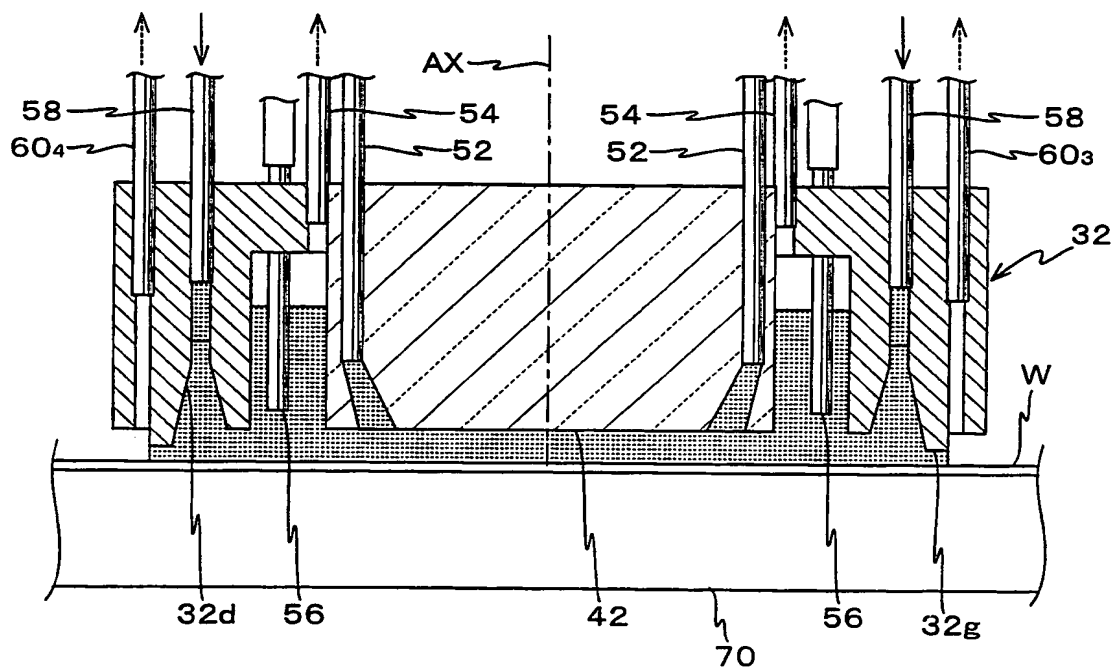


*Fig. 14B*



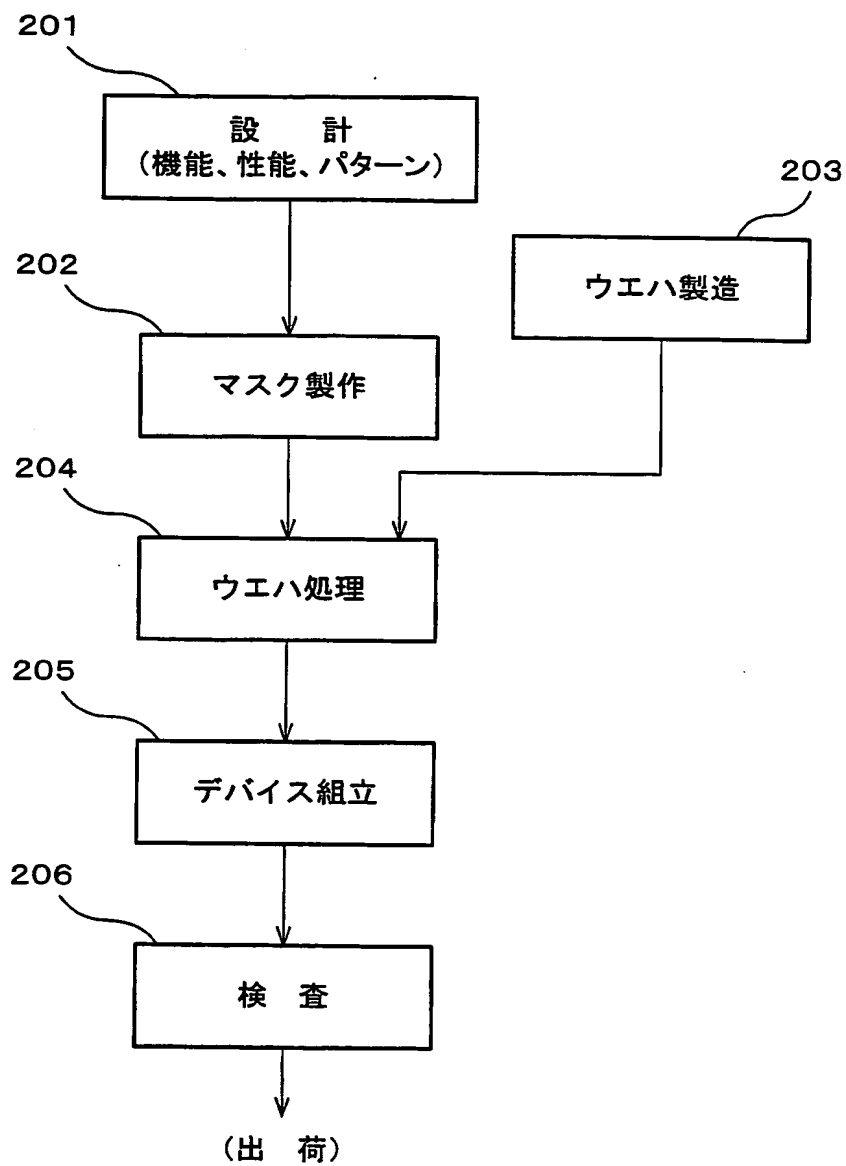
15 / 17

*Fig. 15*



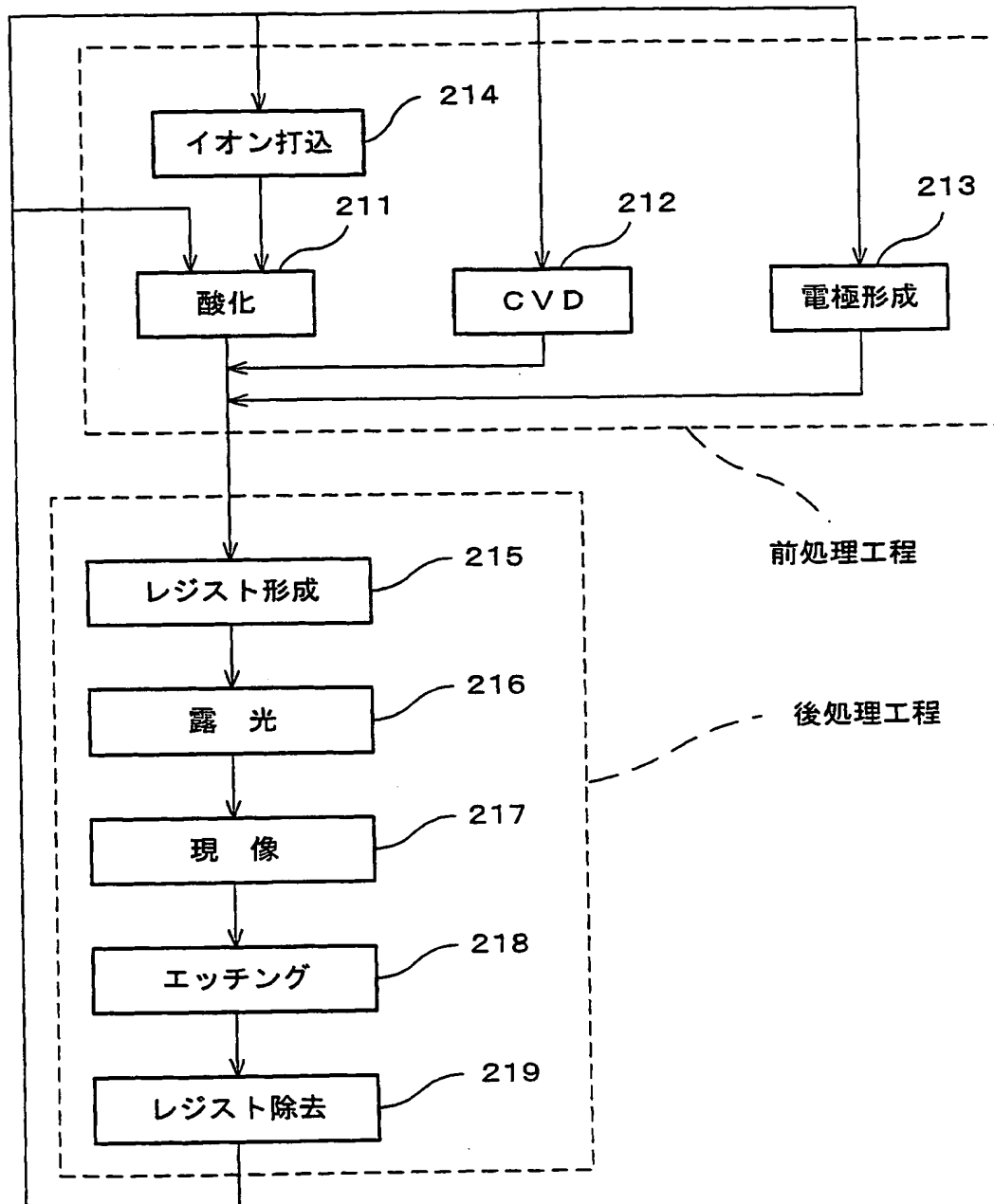
16 / 17

Fig. 16



17/17

Fig. 17





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15675

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.                     |
|-----------|---|---|
| X         | WO 99/49504 A1 (NIKON CORP.),<br>30 September, 1999 (30.09.99),<br>Claims; page 20, lines 14 to 17; page 20,<br>line 18 to page 21, line 12; Fig. 1<br>& AU 2747999 A   | 1,64,112,<br>118,144<br>23,24,114,<br>119 |
| Y         |   |   |
| X         | EP 834773 A2 (NIKON CORP.),<br>08 April, 1998 (08.04.98),<br>Claims; column 10, lines 40 to 48; column 27,<br>lines 35 to 40; column 28, lines 39 to 45;<br>column 30, lines 6 to 25; Figs. 5, 9, 11<br>& JP 10-154659 A & US 5825043 A | 15,47,125<br>23,24,114,<br>119            |
| Y         |   |   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 March, 2004 (18.03.04)

Date of mailing of the international search report  
06 April, 2004 (06.04.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15675

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 62-65326 A (Hitachi, Ltd.),<br>24 March, 1987 (24.03.87),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)             | 1-144                 |
| A         | JP 63-157419 A (Toshiba Corp.),<br>30 June, 1988 (30.06.88),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)             | 1-144                 |
| A         | JP 5-304072 A (NEC Corp.),<br>16 November, 1993 (16.11.93),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)              | 1-144                 |
| A         | JP 6-124873 A (Canon Inc.),<br>06 May, 1994 (06.05.94),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                  | 1-144                 |
| A         | JP 6-168866 A (Canon Inc.),<br>14 June, 1994 (14.06.94),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                 | 1-144                 |
| A         | JP 7-220990 A (Hitachi, Ltd.),<br>18 August, 1995 (18.08.95),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)            | 1-144                 |
| A         | JP 10-255319 A (Hitachi Maxell, Ltd.),<br>25 September, 1998 (25.09.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none) | 1-144                 |
| A         | JP 10-303114 A (NIKON CORP.),<br>13 November, 1998 (13.11.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)           | 1-144                 |
| A         | JP 10-340846 A (NIKON CORP.),<br>22 December, 1998 (22.12.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)           | 1-144                 |
| A         | JP 11-176727 A (NIKON CORP.),<br>02 July, 1999 (02.07.99),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)               | 1-144                 |
| A         | JP 2000-58436 A (NIKON CORP.),<br>25 February, 2000 (25.02.00),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)          | 1-144                 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15675

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-14, 64-74, 112-124, 137, 138, 144 relate to a recovering mechanism.  
Claims 15-26, 47-63, 75-79, 106, 125-133, 134-136 relate to liquid retaining between a projection exposure system and a substrate stage.  
Claims 27-38 relate to air conditioning.  
Claims 39-46 relate to an optical element positioned closest to a substrate.  
Claims 80-88 relate to a control according to a partition region.  
Claims 89-94, 139-141 relate to a gas recovery.  
Claims 95-105, 107-111, 142-143 relate to a control according to liquid temperature/pressure.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号             |
|-----------------|---|------------------------------|
| X               | WO 99/49504 A1 (株式会社ニコン)<br>1999.09.30, 特許請求の範囲, 第20頁第14-17<br>行, 第20頁第18行-第21頁第12行, 図1 & AU 2747 | 1, 64, 1<br>12, 118<br>, 144 |
| Y               | 999 A   | 23, 24,<br>114, 11<br>9      |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.03.2004

国際調査報告の発送日

06.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新井 重雄

2M

8605

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                         |
|-----------------------|--|-------------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号        |
| X                     | EP 834773 A2 (NIKON CORPORATIO<br>N) 1998. 04. 08, 特許請求の範囲, 第10欄第40-4<br>8行, 第27欄第35-40行, 第28欄第39-45行, 第30<br>欄第6-25行, 図5, 9, 11&JP 10-154659 A<br>&US 5825043 A | 15, 47,<br>125          |
| Y                     |  | 23, 24,<br>114, 11<br>9 |
| A                     | JP 62-65326 A (株式会社日立製作所)<br>1987. 03. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1-144                   |
| A                     | JP 63-157419 A (株式会社東芝)<br>1988. 06. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1-144                   |
| A                     | JP 5-304072 A (日本電気株式会社)<br>1993. 11. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 6-124873 A (キヤノン株式会社)<br>1994. 05. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 6-168866 A (キヤノン株式会社)<br>1994. 06. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 7-220990 A (株式会社日立製作所)<br>1995. 08. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1-144                   |
| A                     | JP 10-255319 A (日立マクセル株式会社)<br>1998. 09. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1-144                   |
| A                     | JP 10-303114 A (株式会社ニコン)<br>1998. 11. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 10-340846 A (株式会社ニコン)<br>1998. 12. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 11-176727 A (株式会社ニコン)<br>1999. 07. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-144                   |
| A                     | JP 2000-58436 A (株式会社ニコン)<br>2000. 02. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1-144                   |

## 第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

## 第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-14, 64-74, 112-124, 137, 138, 144 は回収機構に関するものである。

請求の範囲 15-26, 47-63, 75-79, 106, 125-133, 134-136 は投影露光系と基板ステージ間の液体の保持に関するものである。

請求の範囲 27-38 は空調に関するものである。

請求の範囲 39-46 は最も基板側に位置する光学素子に関するものである。

請求の範囲 80-88 は区画領域に応じた制御に関するものである。

請求の範囲 89-94, 139-141 は気体回収に関するものである。

請求の範囲 95-105, 107-111, 142-143 は、液体温度・圧力に応じた制御に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**